RIODICAL Hokkaido Fish Hatchery.
Scientific Reports
#15
LIBRARY
MAY 4 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE
SH
C
B
#15

December 1960

水産孵化場研究報告

第十五号

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO FISH HATCHERY

No. 15

北海道立水産孵化場

札幌市外中ノ島

HOKKAIDO FISH HATCHERY

NAKANOSHIMA, SAPPORO

JAPAN

目　　次

1. 北海道天北地方泥炭池沼について……江口　弘（1）

2. 北海道勇払原野池沼の陸水学的条件……江口　弘／黒萩　尚／伊藤小四郎（9）

3. 常呂川の水質並びに底質の季節的変化について……吉住喜好（17）

4. 石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究
1. 忠海漁場附近における産卵期の生態……岡田　雋／伊藤小四郎（29）

5. 石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究
2. 成長並びに系統について……伊藤小四郎／岡田　雋（41）

6. 石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究
3. 生殖巣並びに孕卵数について……伊藤小四郎／岡田　雋（51）

7. 雨龍人工湖に於けるワカサギの食性に関する研究（予報）……長内　稔（57）

8. 桂沢人工湖のワカサギ生態調査（Ⅱ）……寺尾俊郎／今井　燁（63）

9. 千歳川産カハシンジユガイの形態と移殖試験……江口　弘／外崎　久（71）

10. 孵化器の改良試験（Ⅱ）
田中式鮭卵簡易孵化器の改良による虹鱒，姫鱒卵の孵化並びに稚魚飼育試験……江口　弘／寺尾俊郎／林中信男／倉橋澄雄（79）

11. 養魚餌料の研究（Ⅷ）
クロレラ藻体乾燥粉末添加による養鯉餌料の効率試験……寺尾俊郎（85）

12. 養魚餌料の研究（Ⅸ）
SP 飼料と Fish Soluble 添加餌料との比較試験……江口　弘／寺尾俊郎（89）

北海道天北地方の泥炭池沼について
(養殖適地調査)

江　口　　弘
(北海道立水産孵化場)

Studies on Bog Lakes at Tenpoku, Hokkaido, with Special Regard to its Suitability for Pisciculture.

Hiroshi EGUCHI

Ⅰ　は　し　が　き

寒冷な高緯度地方には平地にも泥炭湿地がよく発達している。特に北海道に於てはこれの発達が著しく，東部北海道の沿岸低地は殆んど凡てこの種の湿原からなつている。我国に於てはこの泥炭湿地にある池沼の調査研究が，他の成因の湖沼に比して立後れているようである。

1957年7月，筆者は天北泥炭地帯（サロベツ原野）に所在する池沼2，3について水産利用の見地から現地踏査を行う機会に恵まれた。

天塩郡豊富村（稚内本線）に下車し，ここより14km，の荒漠としたサロベツ原野を横断した処，前面はるかに利尻島を眺望する日本海岸に稚咲内という開拓部落がある。この部落は昭和26年の入植になるもので，約100戸を数へ半農半漁を営んでいる。この海岸線に沿つた沿岸低地は泥炭湿原からなり部落を中心として南北に延びている。この地帯には大小数多くの地沼が縦列して帯状に存在し，その特異な，むしろ鬼気せまるような原始の姿を横たえている。これら池沼の陸水学的性質については未だ報告がないので，この機会にその大要を報告して参考に供したいと思う。

稿を草するに当り，本編を発表する機会を与えられた北海道立水産孵化場荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏に，また当時現地調査に同行された豊富村役場産業係長田中竹雄氏に対して深甚の謝意を表する。

Ⅱ　湖　盆　形　態

(1) 北　無　名　沼

稚咲内部落より約6km北方の泥炭湿地の中にある，長さ約1100m，巾平均100mの帯状をなし沼である。両岸は葭帯をなし，沼面にはカワホネ（浮葉植物）が一面に繁茂している。沼水は透明で沼底まで透視できる。底質は黒褐色の浮泥が厚く堆積している。水深は沼の中心部で2mを測つた。注水部も排水部もない細長い帯状を呈している。

(2) 北　長　沼

稚咲内部落より沼の南端近は約1.5kmで，沼の北端は前記の北無名沼に隣接している。この沼も泥炭湿地の真中にあつて，その長さは約3400m，巾平均50mという長大な帯状を呈している。沿岸は葭帯をなし沼面にはこれもカワホネ（浮葉植物）が一面に繁茂している。水は透明で沼底まで透視でき，底質は黒褐色の深い浮泥である。注水部も排水部もない帯状の沼である。沼面に繁茂しているカワホネは北無名沼のそれよりもやや大型で発育もよい。水深は中心部で1.7m，細長いので長沼という名称がつけられている。

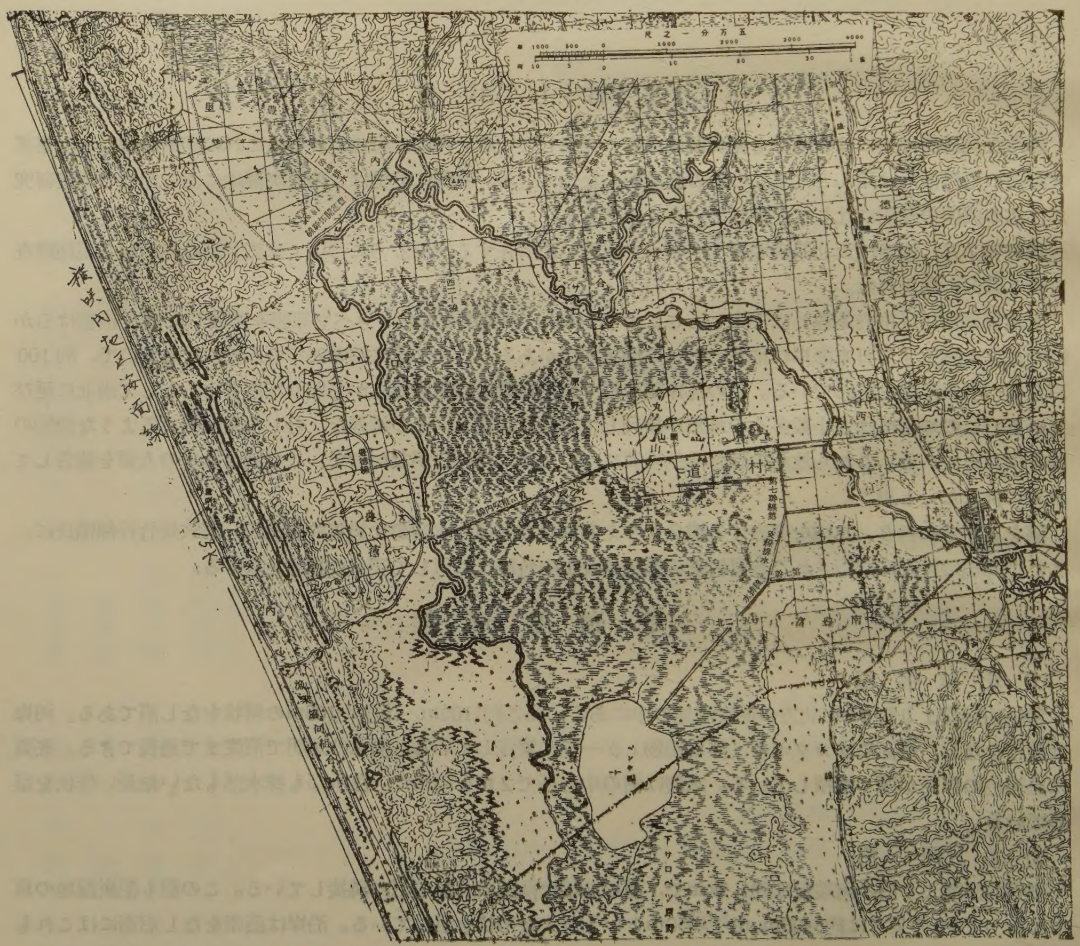
(3) 南　雁　の　沼

稚咲内部落より南へ約4kmの地点にある。前記の北長沼よりもやや内陸の高地に存在している。沼の巾が広く，対岸は丘稜に接して，前記の北部の沼が泥炭湿地の真中に帯状をなして存在している形態にくらべて，沼であるという感じが強い。沿岸は葭帯をなし，次にカワホネ（浮葉植物）帯となつているが，その繁茂状態は良好ではない。即ち沿岸部のみにまばらに見られ，沖部及び丘稜に接した対岸部には見られない。底質は黒褐色の浮泥であるが，北部の沼よりはその堆積がずつと少ない。水は透明で沼底まで透視できる。水深は最深部で約3m程度である。この沼も注水部，排水部がない。沼尻一帯は葭湿原をなし，この湿地帯は広大である。堪水面積は目測約3ヘクタールとみられる。沼の名称は雁がおりるのでつけられたものである。

(4) 南無名沼

稚咲内部落より南へ約6km，湖盆形態は前記の南雁の沼に似ているが，沿岸部のカワホネ（浮葉植物）の繁茂はやや多い。また沼尻の葭湿原を広く帯状をなしている。沿岸部の底質は黒褐色の浮泥で，南雁の沼のそれよりも深い。水は透明で底まで透視できる。堪水面積は約2ヘクタール程度で，この沼も注水部，排水部はない。水深は約2m程度とみられる。

第1図　　調　査　池　沼（×は観測，排水地点）



Ⅲ 水理条件

(1) 観察の方法

同陸水の化学性質中，水素イオン濃度と溶解性酸素の固定は現場で行つたが，他は採水試料を本場実験室に持帰り水質分析を行つた。水素イオン濃度は Brom Thymol Blue を指示薬に用い比色法により，溶解性酸素は Winkler 法，酸素飽和度は Fox-whipple-whipple の表より求めた。過マンガン酸加里消費量は試水 100c.c. を H_2SO_4 で酸性とし燐酸を加へて試水が全く無色になるに及び，過マンガン酸加里で滴定した。燐酸は Denigès-Atkins 法，アンモニヤ態窒素は Winkler の改良直接比色法，塩化物は F.mohr の銀滴定法に依つた。観測並びに分析結果を第1表に示した。

第 1 表　　観測並びに分析結果

項目 ＼ 池沼名		南無名沼		北長沼		南雁の沼	北無名沼
採水深度		0 m	2 m(底)	0 m	1.7m(底)	0 m	0 m
月日		1957•7•22					
天候		晴					
気温	°C	23.0	23.0	23.0	23.0	25.0	28.0
水温	°C	23.5	23.0	23.5	23.0	22.0	27.5
PH		5.8	5.8	6.4	6.4	6.6	6.7
酸素（O_2）	cc/L	5.2	5.1	5.2	4.9	5.8	5.4
酸素（O_2）	%	87.1	84.7	86.3	80.5	93.8	96.6
過マンガン酸加里消費量	ppm	22.8	21.2	27.2	24.0	10.0	35.6
燐酸（P_2O_5）	ppm	0.008	0.004	0.016	0.008	0.004	0.004
アンモニヤ態窒素（NH_3-N）	ppm	0.004	0.004	0.008	0.004	0.004	0.004
塩素量（Cl）	ppm	44.3	37.5	51.5	46.0	35.8	51.1

(2) 水色，水温

池沼水は何れも透明で泥炭湖の特徴である沼水の着色（褐色化）はみられなかつた。表層水温は22.0°C～27.5°C（気温23.°C～28.0°C）を示し，水温は気温によつて支配されている。表層と底層の2m水温較差は0.5°C程度のものである。

(3) 水素イオン濃度（pH）

水素イオン濃度はpH5.8～pH6.7で，この水素イオン濃度のやや低いことは，沼水が沼底の腐蝕質の影響を受けていると考えられるところである。葭湿原の真中に帯状を呈して存在する黒褐色の浮泥の深い北無名沼は pH 5.8（0m，2m底），北長沼はpH6.4（0m，1.7m底），を示しているのに対して，これらの沼よりも南のやや高地にあつて，対岸が丘陵に接しやや沼の形態のそなわつている，しかも浮泥が前者よりも深くない南雁の沼のpHは6.6（0m），更に南の南無名沼のpHは6.7（0m）を示している。

(4) 溶存酸素（O_2）

溶存酸素は飽和度で北無名沼87.1%（0m）84.3%（2m底），北長沼86.3%0m）80.5%（1.7m底）に対して南雁の沼93.8%（0m），南無名沼96.6%（0m）を示しているように，南部の沼の含有量が多い。このことは湖盆の状態，即ち沼底の腐蝕質の多少によつて相違してくるものと考えられるところで，北部の沼で酸素量の少いのは，腐蝕質の酸化に要求量が増しているものと考えられる。表層と底層との差は北無名沼（水深2m）で2.8%，北長沼（水深1.7m）で5.8%程度を示し，底層は表層よりやや少なくなる程度で，これらの池沼の溶存酸素は表層及び深度による低下が，普通泥炭池沼にみられるような極端な消費を現わしていない。

(5) 過マンガ酸加里消費量（Oxygen Consumed as $KMnO_4$）

過マンガン酸加里消費量は北無名沼 22.8ppm（0m）21.2ppm（2m底），北長沼 27.2ppmm（0m）24.0

ppm（1.7m底），南雁の沼 10.0ppm（0m），南無名沼 35.6ppm（0m）を示し，即ち沼水の可溶性有機物の含有量はやや多い。泥炭地池沼の如き腐蝕質の多い沼では 20ppm～500ppmを測るが，吉村（1932）は過マンガン酸加里消費量で貧栄養型湖沼0～10ppm，富栄養型湖沼 10～20ppm，腐蝕栄養型湖沼（悪栄養湖）20ppmとしているが，この標準に従へば南雁の沼を除いた池沼は悪栄養湖の範疇に入る。

(6) 燐酸塩（P_2O_5）とアンモニヤ態窒素（NH_3-N）

燐酸塩，アンモニヤ態窒素等の栄養成分は乏しく，燐酸塩は北無名沼0.008ppm(1.7m底)，南雁の沼0.004ppm（0m），南無名沼 0.004ppm（0m）を示す。これらの含有量は北海道の代表的貧栄養型湖沼である支笏湖の含有量$P_2O_5$0.005ppm（20m）～0.0005ppm（底層），NH_3-N0.002ppm～0.02ppm（底層）(1956.10.江口測定）に似ている。羽田（1936）は厚岸町床潭にある一泥炭池沼で7月下旬3m層は全く無気層をなし，pH は表層は別として他は常に 7.0 以下の酸性側にあり多量の腐蝕質を溶解するが，燐酸塩や無機窒素化合物のような栄養塩類が多量に溶存していて(表層P_2O_5 0.022ppm，NH_4 0.04pmm，底層3.0mでP_2O_5 0.05ppm，NH_4 0.19ppm)，これを所謂富栄養型泥炭地池沼の型と述べているが，今回筆者が調査した天北泥炭地池沼群はこの型とは相反した貧栄養型を示している。

(7) 塩　化　物（Cl）

塩化物の含有量は何れの沼もやや多い。北無名沼44.3ppm（0m）37.5ppm（2m底），北長沼51.1ppm（0m）46.0ppm（1.7m)底，南雁の沼35.8ppm（0m），南無名沼51.1ppm（0m）を示す。しかも池沼のある位置が海岸より1kmの何れも高度 10m～50m にあるから直接海水の影響は考えられない。またサロベツ川の海水逆流はペンケ沼までは及んでいない。ペンケ沼のCl含有量は25.6ppm程度である。この池沼群はサロベツ川に沿つて所在しているがペンケ沼よりはずつと上流部に位置している。このことから曾つて Delebecque（1898）がフランスの大西洋海岸に近い湖中の Cl 含有量が多いことの説明のように，塩風によつて海水が霧のようになつて運ばれ，沼水が影響をうけるものと考えられる。

以上調査した4つの池沼をみると，沼水は泥炭地水特有の着色がなく透明なことから，泥炭地水の流入によつて涵養されている沼ではなく，沼の所在位置から西方約2kmの附近を流れるサロベツ川の河水が地下滲透して，これが泥炭湿原の低地にたまつて沼を形成するにいたつたものと考えられる。その沼の所在する位置により南雁の沼のようにやや高い処にあつて，しかも沼底の腐蝕泥の少ないところでは過マンガン酸加里消費量も10.0ppmという少ない値を示している。(稚咲内部落より約5km 西方の泥炭地帯に囲まれて存在しているペンケ沼は，その面積2.73km²，最大深度 1.5m，で水酥湿原地から滲透する泥炭地水で涵養され，又沼の北端からエベコロベツ川の排水溝を通じて濁水が入つてくるので，水沼は褐色を呈し溷濁甚だしく，透明度は 0.8m を越えない。沼底は浮泥でpHは 6.7，過マンガン酸加里消費量は43.95ppmの多量を示す典型的な泥炭沼であることが知られている)。これらの4つの池沼の化学成分による標式は，大きな湖沼で定められた標準をそのまま，このような小さな沼に適合させるのはどうかと考えられるが，北無名沼，北長沼，南無名沼は酸度と可溶性有機物の含有量より明らかに泥炭沼（悪栄養湖）であり，南雁の沼は貧浅栄養型の範疇に入るものと考える。

Ⅳ　移殖適種並びに生産力

養魚の方では，水の水素イオン濃度，即ち酸性度は重要である。殊に北海道の自然条件を内地のそれと比較してみると，北海道は平地に泥炭が多いことがその特長をなしていて，そこに水を堪へた所謂泥炭地池沼のように腐蝕質に富んでいる処では，腐蝕酸の影響で沼水の酸性度が強くなり魚類に害を与えるので，従来より普通はこれら水面の水産利用ということが考えられていなかつた。しかしこのことは従来泥炭地沼の調査研究が立後れていたための一般的観念にすぎず，いちがいに泥炭池沼であるといつても個々について調べてみると，その性状に大きな巾があることがわかるし，そういう池沼に適応したウグイとかフナなどが蕃殖しているところもある。このことに関連して，北海道で床潭の泥炭池沼の研究に従事された羽田（1937）は，床潭にある小沼はミヅゴケ泥炭池沼と看做すべきものと考えられるが，床潭湖に連絡しいること及び丘陵に接近しているため，腐蝕栄養型の沼であるにかかわらず，かなり富栄養化しその特性としては植物性プランクトンが比較的に貧弱で，動物性プランクトン特にそのうちでも輪虫類が饒産することで，腐蝕質の多量なために起る水素イオン濃度の酸性化及び停

滞期に於ける溶存酸素の減少のプランクトン組成に及ぼす影響は認められるが，生物の生存を左右するものとはこの場合認め難いし，魚族の種類によつては大きな影響はなく，腐蝕質の溶存が水温保持に役立つために，北海道のような寒冷な地方ではプランクトンの繁殖を助長するため餌料が豊富で，反つて魚類の発育の良好な場合がある。現在，我国に於ては泥炭地沼は悪栄養型の池沼として全くその利用方面に関しては顧られない状態にあるが，この床潭に於ける泥炭地池沼の調査研究の結果より必ずしも泥炭地池沼は利用価値の皆無なものにあらずして，その池沼の性状を調査研究することにより，これを魚族の養殖方面に利用し得る確信を得たと報じているが筆者も過去に於ける調査及び今回の調査結果よりこれと同じ考えを持つものの一人である。

普通の土壌は多くの場合腐蝕質をもつているが，その分量が10%以上，20%以下である場合は腐蝕質土壌と称し，特に多量なものを腐蝕土，又は泥炭土と称している。その特長は色が黒色で強い酸性反応を呈するのが常で腐蝕質の酸は普通，腐蝕酸（ヒューマス酸）と称されている。腐蝕質そのものの化学的本体に関しても明らかでないようであるが Russel によれば有機物中，腐蝕質の生成に重要な関係をもつものは，無窒素芳香族化合物，即ちリグニン及びタンニン等で，炭水化物の分解によつて生ずるフルフラルアルデド及びその誘導体も縮合して腐蝕質を生成するといつている。腐蝕質の養魚に対する害は酸性のために肥料としての有効な窒素，燐酸，加里等の効果が抑制されて餌料生物の蕃殖を阻害することと，魚類が不健康となり病気に対する抵抗力がなくなり，水中酸素の含有量が相当あつても，魚が呼吸困難になりやすく，酸が強い場合にはこのために斃死することなどである。柴田（1954）によれば，一般に鉱酸による場合と，有機酸による場合の pH値では同一pH値であつても有機酸の方が害が大であり，鍠酸，安息香酸，タンニン酸，醋酸等によるpH値では5.0で致死になることが多く有機酸は水素イオン放出としてばかりでなく，酸そのものが生物に有害であり，これに反して鉱酸は水素イオン放出によつてのみ害があることが多いので，pH 値と共にそのpH変異が如何なる酸によつて起されているかを知らなければ水産物と pH 値関係の研究は充分ではないと述べている。また最近，Hutchinson（1957）ならびに Ohle（1936）によると，自然水の異常酸性の原因は，(1)硫酸による。これは更に成因により次の２つに分けられる。(1a) 硫黄の酸化によつて生じた硫酸によるもので火山湖にみられる。(1b) pyrite（FeS_2）の酸化によつて生じた硫酸によるもの。(2)有機酸による。これは褐色の水を湛えた泥炭地池沼水の酸性がヒューマス等の有機酸によるのがその例である。そして(2)と（1b）は重なる場合が多い。一般的結論として，自然水のpHが５以下の場合は必らず硫酸の存在を期待してよく，泥炭地池沼水におけるこのような酸性を無批判に有機酸に帰するのは誤りであるといつている。

このことに関連して，1956年８月，森町赤井川地区に経営されている養鯉場で泥炭地水の流入によつて飼育中の鯉に斃死魚が続出し遂に全滅する事態にたちいたつたが，当時筆者は採水試料を得て鯉仔に対する影響を試験する機会を得たので，ここに参考として記すが，この致死極量に関する試験結果よりみれば，pH3.3の強酸性を示す泥炭地水原液に鯉仔を放養するときは90分で横臥し，100分で死に至る。原液を清水で3.33倍程度に稀釈した溶液（pH5.8）では１昼夜の観察に於て異状を認めないことから，原液を清水で大凡2.7倍にうすめた程度の溶液が鯉仔を１昼夜以内に殺すものと考えられ，その溶液のpHは大凡5.0程度と考えられる（現在，水産庁案の水産用水水質標準はpH6.5～pH8.5としている）。

（参　考）　　泥　炭　地　水

No.	稀釈割合 原液	稀釈割合 清水	Dilution（倍）	試験終了時の pH	横臥する迄の時間（min）	死に至る迄の時間（min）	備考
1	100	0	1.0	3.3	90	100	
2	60	40	1.67	4.0	145	160	
3	50	50	2.0	4.2	255	265	
4	30	70	3.33	5.8	1440以上	1440以上	→2.7倍程度，pH5.0程度が致死限界である。
5	20	80	5.0	6.2	2880以上	2880以上	
6	10	90	10.0	6.4	2880以上	2880以上	

（試験は本場実験室に於て1956，9，16～9，19日に行い，試験期間中の水温は 19C°～20°C とした。
供試魚は体長2.5cm～3.7cmの本場産鯉仔を用いた。）

以上の事柄等を総合して，今回調査した4つの池沼につき，これを水産利用という見地より考えてみるならば全般的に沼底の腐蝕質のために沼水の pH 値が小さくなつていることが生物の成育には良好ではない。北部の沼は酸度が高いので利用価値はないが，湖盆形態，水質条件の比較的によい南部の沼は利用し得るものと考える。しかし沼の天然餌料のみにたよる魚類の事業的生産ということになれば，富栄養型の池沼のような期待はもたれないから，これが水産的に利用を行う場合には，天然餌料の不足を人工餌料の投与によつて或程度おぎないつつ産を挙げるように考えなければならないし，場所によつて石灰投入が可能なような処では五十嵐（1941）が行つて効果を得ているように，人工施肥によつて沼水の改良もできる。放養する魚種は，この種の沼に適応性の強いコイ，フナ，ウグイ，ワカサギなどがよい。

要　　約

(1) 1957年7月，天北泥炭地帯（サロベツ原野）に帯状に連鎖して存在している池沼群中，北無名沼，北長沼南雁の沼，南無名沼につき水産利用の基礎資料を得るべく，水理条件について観察を行つた。

(2) 調査した4つの池沼の化学成分による標式は，大きな湖沼で定められた標準をそのまま，このような小さな沼に適合させるのはどうかと考えられるが，北無名沼，北長沼，南無名沼は酸度と可溶性有機物の含有量より明らかに泥炭沼（悪栄養型）であり，南雁の沼は貧浅栄養型の範疇に入るものと考える。

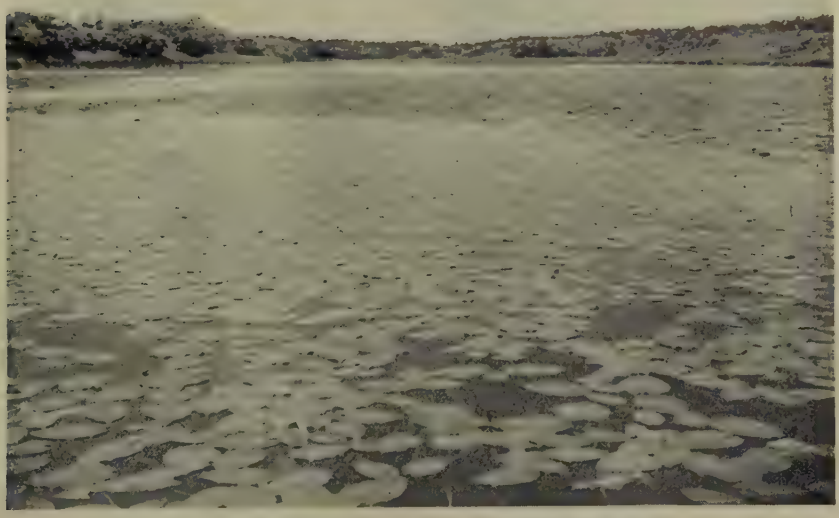
(3) 調査した4つの池沼の水産利用については，全般的に沼底の腐蝕質のために沼水の pH 値が小さくなつていることが生物の成育には良好でない。北部の沼は酸度が高いので利用価値はないが，湖盆形態，水質条件の比較的よい南雁の沼は利用し得るものと考える。

(4) このような腐蝕質をもつている沼の水産利用については，沼の天然餌料の不足を人工餌料の投与によつてある程度おぎないつつ生産を挙げるように考えなければならないし，石灰投入による水質の改良ということもその一方法となる。放養する魚種はこの種の沼に適応性の強いコイ，フナ，ウグイ，ワカサギ等がよい。

文　　献

五十嵐・沢，　1932 ： 湖沼調査パンケ及ペンケ湖調査，北水試旬報，188.
吉村信吉，　1933 ： 日本の湖沼の標式と生産力，陸水会誌，29巻5号
————，　1934 ： 日本の湖水の化学成分Ⅲ塩化物，陸水雑，3
OHLE, W.,: 1936 ： Der Schwefelsaure Tonteich bei Reinbeck, Monographie eines idiotrophen Weihers. Arch. Hydrobiol., 30, 604～662.
羽田良禾，　1936 ： 泥炭地池沼の研究Ⅰ床潭に於ける泥炭地池沼，陸水雑b，(4).
————，　1937 ： 泥炭地池沼の研究Ⅰ床潭に於ける泥炭地沼（後編），陸水雑7，(1).
五十嵐彦仁，　1941 ： 石灰投入の泥炭地沼水に及ぼす効果試験報告，水産試験場.
元田　茂，　1950 ： 北海道湖沼誌，水孵試報，第5巻第1号.
柴田三郎，　1954 ： 水質汚濁とその処理法，水産庁水産資料整備委員会.
HUTCEINSON, G. E., 1956 ： A Treatise on Limnology, pp. 1015.
江口　弘，　1957 ： 泥炭水とそれが魚類に及ぼす影響について，魚と卵，Vol. 8, No.6.
伊藤隆・岩井寿夫，1959 ： 三重県志摩地区における異常酸性養鰻池，Rep. Fish. Mie Univ. Vol. 3, ,No.2.

海岸の砂地に沿つた泥炭地帯の中に赤松の林が続いているのが見える。その向側が蔭湿原で，その中に帯状の沼が鬼々せまる原始の姿を横たえている。これから内陸が所謂，天北泥炭地帯（サロベツ原野）である。



北無名沼：この沼は帯状をなし両岸とも蔭帯で，それから浮葉植物帯を形成している。沼一面にカワホネが繁殖しその黄いろい花が印象的である。水は透明で底まで透視できる。沼底は黒褐色の浮泥が深い。水深は中央で1.7mである。

北長沼：沼が細長いのでつけられた名称である。北無名沼と隣接しているが，岸の出がせまく，沼面に繁茂しているカワホネは小型である。湖沼条件は北無名沼と同じである。水深は中央で2.0mである。

南雁の沼：北長沼よりもやや高地に位し（内陸にある），沼の形態をややととのえている。沿岸は葭帯それから浮葉植物帯となつているが，その繁茂状態は岸のみに辺し点々としている。対岸は丘陵に接し葭帯も浮葉植物帯も見られない。水は透明で底まで透視できる。底質は黒褐色の浮泥であるが，前記の沼などよりはずつと少い。雁がおりるのでこの名称がつけられている。

北海道勇払原野池沼の陸水学的条件について

江口　弘（北海道立水産孵化場）
委嘱 黒萩　尚（北海道さけます孵化場）
伊藤小四郎（北海道立水産孵化場）

Limnological conditions of Ponds in Yuhutsu, Hokkaido.

Hiroshi EGUCHI, Takashi KUROHAGI and Koshiro ITO

Ⅰ　は　し　が　き

日高国，勇払郡，厚真村（上厚村，浜厚真村を含む火山灰地帯の所在地である所謂，勇払原野には大小30余の池沼がその原始的な姿を保つている。このたび，これらの池沼が厚真村当局によつて水産利用の見地から開発される計画に当り，筆者等は厚真村漁業協同組合の依頼により，1958年5月20日，ジープを駆つてこれら2，3の池沼を踏査し，観測並びに採水を行つたが，その陸水学的性質については未だ報告をみないので，この機会にその大要を報告して参考に供する。

稿を草するに先だつて本調査の実施と発表の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，前次長（現水産課長）三原健夫氏，同次長竹谷孫橘氏，現地調査に同行された厚真村漁業協同組合長木戸孫平氏，同参事辻末一氏，厚真村産業課長森本頼賢氏，同水産係長伴富士雄氏，また水質分析は本場調査課吉住喜好技師にお願いしたので，各位に対し深甚の謝意を表する。なお現地調査は江口，伊藤が，プランクト関係は黒萩が担当した。また本調査は厚真村漁業協同組合の費用により行つたものである。

Ⅱ　湖　盆　形　態

(1)　三日月沼

本沼は浜厚真村より北へ約12km，厚真村より南へ約4kmの地点，厚真川に沿つて位置する三日月型の小沼である。堪水面積は約1ヘクタール，沼水は透明で底まで透視できる。注水部も排水部もない地下滲出水によつて涵養されている。底質は火山灰であるが，沿岸部はやや褐色の泥がまじつている。挺水植物，浮葉植物はみられない。水深は沖部で4m程度である。現在，沼尻を人工的に切つて灌漑用水をとつているが，その水量は2箇程度とみられる。鯉，鮒が棲息していて釣人が入つているが，魚類を移殖した記録はない。

(2)　大　沼

本沼は浜厚村より北へ約6kmの地点に位置している。堪水面積は約11ヘクタールである。沼の北側は丘稜に接し，南側は草原に接している。この沼も注水部，排水部がなく，地下滲出水によつて涵養されている。沼水は透明で沼底まで透視できる。底質は火山灰であるが，沿岸部は黒色の泥がやや深い。挺水植物，浮葉植物はみられない。水深は沖部で5m程度である。鮒，鰍が棲息しているが，魚類を移殖した記録はない。本沼にも釣人が入つている。調査当日，沿岸で大形な沼介（Anodontidae）を採取した。

(3)　軽舞灌漑用貯水池

本貯水池は厚真村軽舞部落に位置する。小沢を高さ15mの土堰堤でせき止め貯水している。貯水池の堪水面積

第 1 図　　三日月沼，大沼，軽舞貯水池周辺の地形

は約1.5ヘクタールである。水深は下流部で5m，水は透明である。底質は黄褐色の泥である。この用水は軽舞部落一帯の水田灌漑に使用されている。

Ⅲ 水 理 条 件

(1) 観察の方法

気温及び水温は吉野製棒状½度目盛水銀寒暖計 No.54 を使用。気温は水面上約1mの処で日光の直射を避けて測定したが，輻射の影響で幾分高温を示したであろう。水温は表面の値である。採水には航走用ゴム製採水器を水面下 20cm に沈め，ポリエチレン製採水瓶に採水した。水素イオン濃度と溶解酸素はその場で測定及び固定したが，他は本場実験室で常法に従い行つた（吉村，湖沼学巻末湖水の分析法）。水素イオン濃度は Brom Thymol Blue 指示液を用い比色法により，溶解酸素は Winkler 氏法，酸素飽和度は Fox—Whipple—Whipple の表より求めた。透視度の測定は島津製光電比色計を用い2cmの液層を透過する光量の百分率によつて求めた（一般に90%以上の濁度が計測される水は濁度の点で正常なものとみなし得よう）。観測並に分析結果を第1表に示した。

第 1 表　　池沼の観測並びに水質分析結果

項目＼池沼名	三日月沼	大沼	軽舞貯水池
観測並に採水年月日	1958.5.20	1958.5.20	1958.5.20
観測並に採水時間	11.30	12.50	14.50
天候	快晴	快晴	快晴
気温 C°	24.2	20.1	21.4
水温 C°	16.0	16.0	15.0
水素イオン濃度（pH）	7.2	7.1	7.3
溶存酸素（D.O.） cc/L	6.8	6.9	7.3
D.O. 飽和度 %	97.7	99.2	103.2
過マンガン酸加里消費量 ppm	16.0	18.4	17.2
珪酸塩（SiO_2） ppm	21.7	21.8	19.5
燐酸塩（P_2O_5） ppm	0.004	0.0035	0.01
塩素量（Cl） ppm	8.1	9.8	10.8
カルシウム塩（Ca） ppm	8.0	6.0	6.8
硫酸塩（SO_3） ppm	4.2	5.9	8.4
アンモニヤ態窒素（NH_3-N） ppm	0.006	0.008	0.016
蒸発残留物 ppm	80.0	76.0	94.0
透視度（蒸溜水を100として） %	94.4	93.2	93.4

(2) 透視度と蒸発残留物（Light Penetration and Sol. Total. Solids.）

沼水の外観的な清濁を示す透視度は三日月沼 94.4%，大沼 93.2%，軽舞貯水池 93.4% で清澄を示し何等の着色もない蒸発残留物は三日月沼 80ppm，大沼 76ppm，軽舞貯水池 94ppm を示し，何れも 100ppm 以下で少ない。

(3) 水素イオン濃度（pH）と溶存酸素（O_2）

水素イオン濃度は三日月沼 pH 7.2，大沼 pH 7.1，軽舞貯水池 pH 7.2とそれぞれ微弱アルカリ性を示す。酸素量は三日月沼 6.8cc/L（飽和度97.7%），大沼 6.9cc/L（飽和度 99.2%）を示し，軽舞貯水池は 7.3cc/L（飽和度 103.2%）で過飽和状態を示しているが，これは植物性プランクトンの活動に起因するものと考える。

(4) 過マンガン酸加里消費量（Oxygen Consumed as MnO_4K）

沼水の有機物総体量をあらわす過マンガン酸加里消費量は，三日月沼16.0ppm，大沼18.4ppm，軽舞貯水池17.2ppmを示す。これを吉村（1932）の過マンガン酸加酸加里消費量による標準である貧栄養型0 ppm～10ppm，富栄養型10ppm～20ppm，腐植栄養型＞20ppmに従へば，本池沼は何れも有機物の含有量の点では富栄養型の範疇に入る。

(5) 珪酸塩（SiO_2）とカルシウム（Ca）

沼水の珪酸塩含有量は三日月沼21.7ppm，大沼21.8ppm，軽舞貯水池19.5ppmとそれぞれ含有量はやや多い。これは火山灰地帯が影響しているものと考えられる。カルシウムは三日月沼8.0ppm，大沼6.0ppm，軽舞貯水池6.8ppmでいずれもその含有量はやや少ない。珪酸とカルシウムの比を求めてみれば三日月沼2.7，大沼3.9，軽舞貯水池2.9とそれぞれやや高値である。このことについて岡本他（1950）によれば，火山灰堆積地帯を貫流する河川には水中の珪酸量が著しく増加し，この最も顕著な例は千歳川水系に多く，例へば漁川（恵庭町），千歳支場の湧水（千歳市蘭越），或は千歳支場附近の湧水をその源としている内別川（千歳市烏柵舞）等では珪酸の量が著しく大で，これらの原因により増加した水中の珪酸量は下流に至つて略同様な含有量を持続し，沈澱等による減少作用は非常に少ないと述べている。岡本他（1950）の分析表より $\frac{SiO_2}{Ca}$ を求めてみると，千歳支場湧水5.0，内別川4.8という高値となる。即ち火山灰堆積地帯の水は珪酸が多くカルシウムの少ない軟水である。

(6) 燐酸塩（P_2O_5）とアンモニヤ態窒素（NH_3-N）

水の栄養塩類として重要な燐酸塩は三日月沼0.004ppm，大沼0.0035ppmで何れも貧栄養型であるが，軽舞貯水池のそれは0.01ppmで，中栄養型を示す。アンモニヤ態窒素も少なく，三日月沼0.006ppm，大沼0.008ppmで貧栄養型，軽舞貯水池は0.006ppmで中栄養型を示している。

今回調査した池沼の生産に関係深い水質要素を摘記して第2表に示した。

第2表　池沼の水質要素

月　日	NH_3-N　ppm	P_2O_5　ppm	MnO_4K cons.ppm	pH
1958. 5 .20	0.006～0.016	0.0035～0.01	16.0～18.4	7.1～7.3

以上により厚真村附近池沼の化学成分による標式は，これを大きな湖沼で定められた標準をそのままこれらの小さい沼に適合させるのはどうかと考えられるが，一応三日月沼，大沼はPesta（1929）による浅貧栄養型でも含有機物がやや多い点でその上位に属するもの，軽舞貯水池は浅中栄養型でも含有有機物がやや多い点で，これもその上位に属するものと考えられる。

Ⅲ プランクトン

(1) 採集方法

三湖共岸より湖心部に向つてネットを投じて手本に曳き寄せる方法を3回づつ繰返して行つたもので，毎回深さ1～2m層程度のプランクトンを7～8m水平に採集する様心掛けた。採集標本は現場で5～10%フオルマリンで固定し実験室に持ち帰つて検鏡の用に供したもので，採集方法により沿岸底棲性の動植物の種類の混入が多い標本である事は充分考へられる。尚，採集は全て伊藤が行つたもので使用ネットは口径25cm，網部の長さ1mの××14篩絹製の逆円椎形小型ネットである。

(2) プランクトン種

見出された種類は三日月沼，動物6種，植物25種，大沼，動物7種，植物17種，軽舞貯水池では動物9種，植物13種で出現種の数は動物では軽舞貯水池が植物では三日月沼が最も多かつた。

第 3 表　　出現プランクトン種とその出現状況

種類		場所 三日月沼	大沼	軽舞貯水池
動物性	1. *Cyclops vicinus* Uljanin	−	−	+
	2. *Mesocyclops leuckarti* (Claus)	−	−	rrr
	Copepodid of Copepoda	rrr	rrr	rr
	Nauplius of Copepoda	−	−	rr
	3. *Bosmina longirostris* (O.F.Müller)	rrr	−	+
	4. *Alona rectangula* G.O.Sars	−	rrr	rrr
	5. *A. guttata* G.O.S.	rrr	rrr	rrr
	6. *Acroperus harpae* Baird	−	rrr	−
	7. *Keratella cochlearis* var. *hispida* Laut.	rrr	rr	−
	8. *Filinia longiseta* (Ehrenberg)	−	−	rr
	9. *Trichotria tetractis* (Ehr.)	−	−	rrr
	10. *Asplanchna priodonta* Gosse	r	+	rrr
	11. *Tintinopsis fluviatile* S.Kent.	rrr	rrr	rrr
植物性	12. *Ceratium hirundinella* O.F.M	rrr	−	−
	13. *Melosira varians* C.A.AG.	−	−	r
	14. *M. italica* (Ehr.) Kütz.	rrr	−	−
	15. *M. italica* var. *tenuissima* (Grun) O.Müll.	+	−	−
	16. *M. distans* (Ehr.) Kütz.	rrr	rrr	−
	17. *M.* sp.	−	−	rr
	18. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb) Ktz.	r	r	rr
	19. *T. flocculosa* (Roth) Ktz.	rr	rr	−
	20. *Fragilaria* sp.	rrr	−	−
	21. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr.	rrr	rr	rrr
	22. *Asterionella formosa* Hassall	−	−	+
	23. *Eunotia formica Ehr.*	rrr	−	−
	24. *E. lunaris* (*Ehr.*) Grunow	rrr	rrr	−
	25. *E. robusta* Ralfs	−	rrr	−
	26. *E.* spp.	−	rrr	−
	27. *Gyrosigma* sp.	rrr	rrr	rrr
	28. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (R.) de Toni	−	rrr	−
	29. *Pinnularia gibba* Ehr.	rr	−	−
	30. *P. maior* Kütz.	rrr	−	−
	31. *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve	rrr	−	−
	32. *Stauroneis ancept* Ehr.	−	rrr	−
	33. *Navicula lanceolata* var. *cymbula* (D.) Cleve	rrr	−	−
	34. *N.* sp.	rrr	−	rrr
	35. *Gomphonema acuminatum* Ehr.	rrr	rrr	rrr
	36. *G. constrictum* var. *capitata* (Ehr.) Cleve	−	rrr	−
	37. *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun.	rrr	rrr	−
	38. *C. aspera* (Ehr.) Cleve	rrr	−	−

植物性	41. *C.* spp.	rrr	rrr	–
	42. *Amphora ovalis* Kütz.	rrr	rrr	–
	43. *Caloneis* sp.	rrr	–	–
	44. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.	–	–	rrr
	45. *Nitzschia* spp.	–	rrr	rrr
	46. *Surirella* spp.	rrr	–	rrr
	47. *Zygonema* sp.	–	–	rrr
	48. *Mougeotia* spp.	rrr	rrr	rrr

＋～c；やや多い　＋；普通　r；少ない　rr；稀　rrr；極めて稀

又，これら出現種の中プランクトンとして著名の種類は *C. vicinns* と *B. longirostris* の甲殻類，*A. priodonta*, *K. cochlearis*, *F. longiseta* の輪虫類の動物群，*C. hirundinella* の双鞭虫類，*Melosira italica* とその変種，*Tabellaria*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Asterionella* の硅藻類で三日月沼では動物は甲殻類，輪虫類共に極めて貧弱であつたが，植物では *M. italica* var. *tenuissima* がやや目立つた出現（＋程度）で，大沼では植物は極めて貧弱であつたが，動物では *A. priodonta* が優古種で＋程度，又，軽舞貯水池では動物としては *C. vicinus* と *B. longirostris* の甲殻類が，又，植物では *A. formosa* が共にやや目立つた出現（＋程度）であつたが，全般的見へ量的には貧弱と言へよう。尚，軽舞貯水池は動物植物共量的には最も豊富で，その点湖水の燐酸塩（P_2O_5）やアンモニヤ態窒素（NH_3-N）の含有量による湖の栄養型の順位とよく一致している。

V　要　　約

(1) 1958年5月下旬，日高国，勇払原野（火山灰地帯）に散在している30余の池沼中，三日月沼，大沼，軽舞貯水池につき水産利用の基礎資料を得るべく，水理条件及びプランクトンについて観察を行つた。

(2) 調査した池沼は何れもその化学成分中，珪酸含有量がやや多いのを特長としている。これはその所在する地域の火山地帯が影響しているものと考えられる。

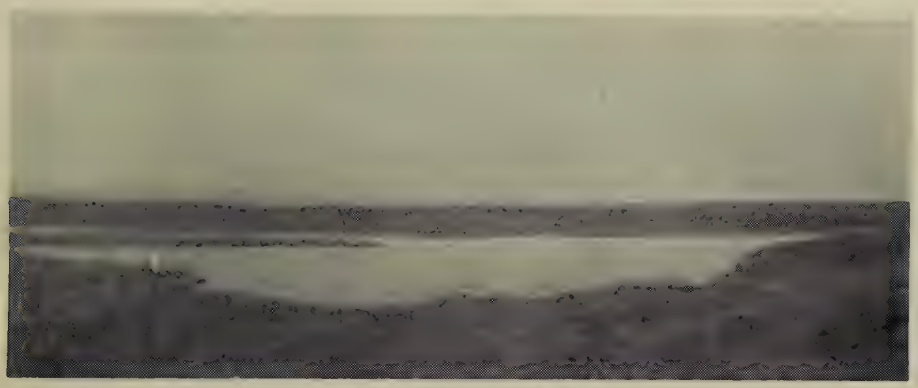
(3) 調査せる池沼はpH，溶存酸素量，透視度，過マンガン酸加里消費量及び栄養塩類の含有量からみて，三日月沼，大沼は浅貧栄養湖の上位，軽舞貯水池は浅中栄養湖の上位，の範疇にそれぞれ入るものと考える。

(4) プランクトンはネット採集の結果，三日月沼では動物6種，植物25種，大沼では動物7種，植物17種，軽舞貯水池では動物9種，植物13種が検出された。出現量は一見貧弱であつたが，軽舞貯水池が最も多く，出現種として量的にやや目立つた種類は，動物では大沼の *Asplanchna priodonta* の輪虫類群，軽舞虫貯池では *Cyclops vicinus* 及び *Bosmina longirostris* の甲殻類群，植物では三日月沼の *Melosira italica* var. *tenuissima*, と軽舞貯水池の *Asterionella formosa* の硅藻類群であつた。

文　　献

(1) KeiLHack, L. 1909 : Phyllopoda. Die Süsswasserfauna Deutschlands 10 Jena.
(2) Pesta, O. 1929 : Der Hochgebirgssee der Alpen. Die Binnengewasser 8 Stuttgart.
(3) Hustedt, F. 1930 : Bacilariophyta (Diatomeae). Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas 10 Jena.
(4) 吉村信吉 1931；日本の湖水の化学成分，1．総論，陸水雑，1.
(5) Rylov, W. M.1935 : Das ZooplanKton der Binnengewässer, Die Binnengewässer 15 Stuttgart.
(6) 吉村信吉 1934：日本湖沼の標式と生産力，楽水会誌，29(5).
(7) 岡本剛他 1950：石狩川の研究（第1報），水孵試報，5(2).

三　日　月　附



大　　三

軽　舞　附　大　三

常呂川の水質並びに底質の季節的変化について

吉　住　喜　好
（北海道立水産孵化場）

Seasonal Observations on the Chemical Substances of Water and Mud in Tokoro River in 1957 to 1959.

Kiyoshi YOSHIZUMI

ま　え　が　き

常呂川の水質について筆者は先に1955年5月より1957年3月に亘つて北見市―常呂町河口の水質を，主としてパルプ廃水の影響を中心に季節的な観察を行ない報告した。

当時は北見パルプ廃水の流入直後が著しく汚染された状態を呈することは勿論であり着色，異臭を認めた他，溶存化学成分にも異常が見られた。然し，パルプ廃水の量が常呂川の河水量に較べて少ないため，すなわち稀釈度が大きいので平水時にはその水質の恢復は比較的早いが，低水時，渇水時は廃水放流口より約5.5km下流の端野捕獲場で，なお着色，異臭が認められ，又相当に浮游物が多く，D.O. の減少，C. O. D., NH_3–N，固形物の増加が見られたし，11km 下流の新川橋附近の水質も端野捕獲場のそれと略々同様の状態を示した。又，浮游物（微細パルプ屑が主である）は17.5km 下流の忠志橋附近でも認められ特に減水時に多いが，この流下は更に下流まで及び 32km 下流の栄福橋附近でも河底の砂礫に水生菌塊の着生が見られ，同時にパルプ屑も混在することから河床は相当広範囲に亘つて荒廃しているものと考えられた。

その後1957年には北見市上常呂に芝浦精糖所が新設され同年秋より操業を開始することになり，その廃水も常呂川に放流される計画なので引続き1957年5月より開盛橋，吊橋での観察を行ない，精糖所操業後は若松橋，端野捕獲場の2地点を加えて観測調査を実施し，新たに加えられる製糖廃水の影響を中心として常呂川の水質並びに底質の変化を明らかにしようと試みた。以下その結果について概要報告する。

報告に先立ち，本調査を行なう機会を与えられた場長荒井定治氏，前次長（現道水産課長）三原健夫氏，次長竹谷孫橘氏並びに種々有益な助言と指導をいただいた調査課長江口弘氏，高安三次氏に深甚の謝意を表する。又現地調査に際し絶大な援助と便宜を与えられた前北見支場長（現北海道さけ・ますふ化場事業一課長）星野克己氏，麓竜司氏並びに同支場員各位に対し厚く御礼申上げる。

観測及び分析方法

観測地点は芝浦精糖所廃水放流口より下流約80mの開盛橋から端野捕獲場に至る間4地点を定め，定期的に観測，採水及び採泥したものについて分析を行なつた（第1図）。調査項目中，現場において気温，水温，天候，pH，溶存酸素の固定を，北見支場で溶存酸素の定量を行なつた他は本場実験室に持帰つて分析した。

分析方法は従来のとおりであるが，底質については次の方法に拠つた。

C.O.D. ―湿泥1gにN/5 $KMnO_4$ 液50cc，稀硫酸50ccを加え，沸湯浴中で30分間煮沸した後，N/5蓚酸液25ccを加えて$KMnO_4$を脱色させ，この液を N/5 $KMnO_4$ 液で微紅色を呈するまで滴定した。別に泥質中の乾物百分率を求めてそれより乾燥泥1g当りのC.O.D.を算出した。

蒸発残留物—湿泥約1gを蒸発乾固し，湿泥に対する百分率を求めた。

熱灼減量—蒸発残留物を熱灼灰化し，乾燥泥に対する百分率を求めた。

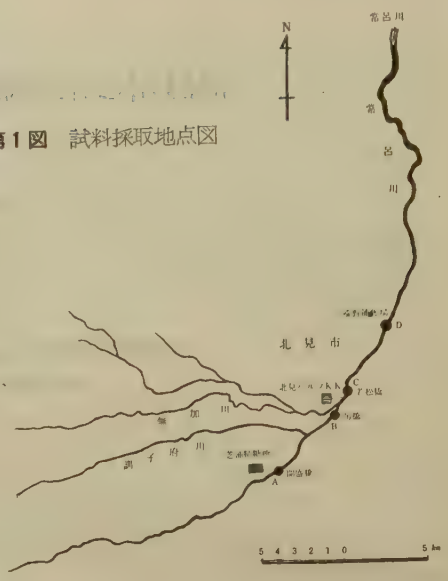
又，水質の中亜硝酸性窒素，硝酸性窒素，透視度は次の方法に拠つた。

亜硝酸性窒素—Griess-Romijn 法

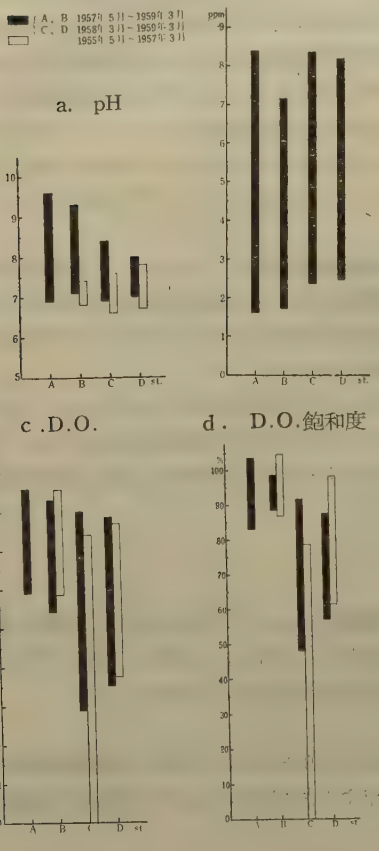
硝酸性窒素—Griess-Romijn 法

透視度—光電比色計を用い，2cm 液層を透過する光量の百分率によつて求めた（蒸溜水の透光量を100%として）。

又，上澄の透視度とは試水を数時間以上静置してその上澄液の示した値である。



第1図　試料採取地点図



第2図　各地点における水質の変動域
st. A: 常呂川開盛橋
B: 吊橋
C: 若松橋
D: 端野捕獲場

結　果　と　考　察

観測及び分析結果は第1表A—D及び第2図a～l，第3図a～bに示すとおりである。

I.　水　　質

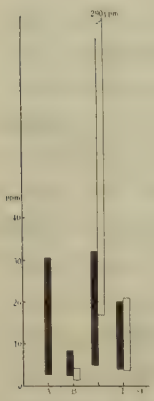
(1)　pH

pHの変化は顕著であり，その変化域は上流程大きく下流に行くに従つて小さかつた。これは製糖廃水流入による影響を示すものであり，製糖工場操業期は可成り下流まで異常に高い値を示すものと考えられる。前回の調査結果によると，pHは主にパルプ廃水の性質及びその変化によつて左右されていたものと考えられるが，その変化域は今回と丁度逆の傾向が見られた。製糖工場操業期以外は前回と略々同様の値を示した。水産用水の水質標準ではpH 6.5～8.5を限度としているが，一般に淡水魚は酸性側に強い傾向があるのでpH 4.0位までは害を受けない魚族が可成りあるとされているのに反してアルカリ域には弱く，pH9.0になると致死になる魚族が多いとされている。

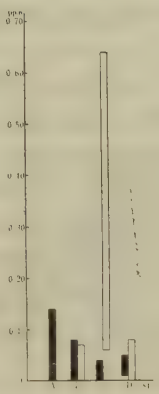
(2)　B.O.D.

B.O.D.は製糖廃水流入時及びその直後が全地点に亘つて高い値を示したが特に開盛橋，吊橋では顕著であつた。その他の時期にはこの2地点は低く，3.0 ppm 以下であつたが，若松橋，端野捕獲場では時期を問わず一般に高い値を示した。これは北見パルプ廃水流入の影響と考えられる。但し1958年5月には3.0ppm 以下の時もあつたが，融雪後の増水によるものと思われる。元来有機廃水はB.O.D. が高い特性を有するのでこれが流入を受ける河川のB.O.D.も高くなるのは当然であり，パルプ，製糖両廃水流入時は相当下流までB.O.D. が高いものと予想される。現在河川水の汚濁限界は B.O.D, 5.0ppm というのが常

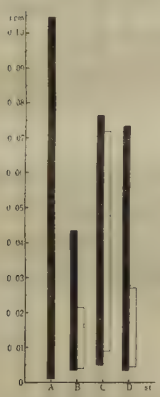
e．C.O.D.



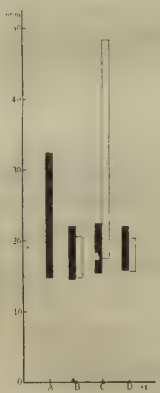
f．NH_3-N



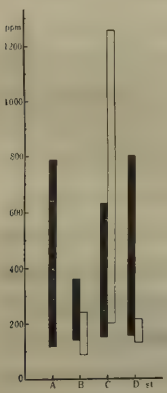
g．P_2O_5



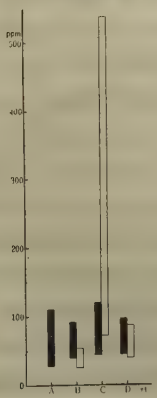
h．SiO_2



i．蒸発残留物



j．熱灼減量



識とされており，これに従えば製糖廃水操業期及びその後或る期間は全地点に亘つて制限値外にあり，又その他の時期も増水時を除き若松橋，端野捕獲場は限度以上或いは限度に近い値を示した。

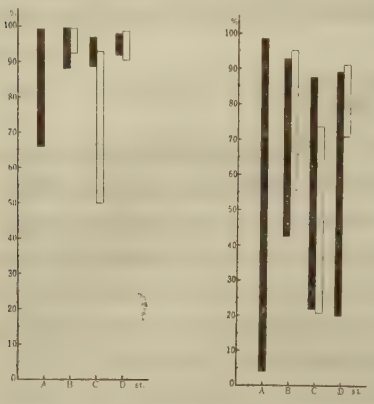
(3) 溶存酸素量（D.O.）

開盛橋，吊橋では常に5 cc/l以上，飽和度も80%以上を示し，製糖廃水流入による酸素消耗は余り見られなかつた。有機廃水は一般に脱酸素力が大きい特徴を有するが，廃水量とその流入を受ける河水量との関係から，可成り多量の有機物が河川に流入しても稀釈度が大であれば酸化分解に消費される酸素と大気からの酸素の溶入量との均衡が失なわれることはないものと考えられる。若松橋，端野捕獲場も略々同様の傾向を示したが，減水期の7月は可成り減少し2～3 cc/l台(40～50%台)を測定した。これはパルプ廃水の河水による稀釈度が小さいためであろう。又，パルプ廃水のみの前回と製糖廃水を加えた今回とを比較すると，製糖工場操業期及びその直後は，含有量自体は可成り豊富であるが下流程減少の傾向が見られた。これは製糖廃水に続いてパルプ廃水が流入するので有機物は倍加され，この間での恢復が困難になることを示すものであり，及ぼす範囲の狭くないことが予想される。なお，前回の調査で一般に若松橋で極端な減少を示したのは，パルプ廃水を左岸に直接放流していたので放流口直後の若松橋では河水との混合が充分でなかつたことに起因する。今回の調査時には河川の中程まで廃水をパイプで導いてから放流していたので混合は比較的早く行なわれるものと考えられる。溶存酸素量は魚類その他の生物の棲息に大きな影響を与えるが，水産用水としては5 ppm (3.5cc/l) 以上というのが常識となつている。従つて常呂川の場合，極端な減，渇水時を除いて溶存酸素量が限度以下になることはないものと考える。

(4) C.O.D.

C.O.D.も製糖工場操業期は全地点ともその影響を受けて高かつたが，若松橋，端野捕獲場では更にパルプ廃水の流入を受けるので，時期を問わず一般に高く，特に減，渇水時には相当高い値を示した。すなわち製糖，パルプ廃水の流入によつて河水の有機物が増加することをあらわしており，減，渇水時に高いのは廃水の河水量による稀釈度の関係によるものと考える。パルプ，製糖両廃水合流後の今回と，パルプ廃水のみの前回とを較べると，今回の方が吊橋，端野捕獲場で若干ではあるが高い値を示しているが，その差が製糖廃水流入による影響と考えられよう。又，前回若松橋で極端な増加を示したのは，溶存酸素量で述べたと同じ理由によるものである。

k．透視度（常態）　1．透視度（上澄）



(5) アンモニア性窒素（NH_3-N）

アンモニア性窒素の変化は余り顕著ではなく変動域もそれ程大きくはなかつた。すなわち製糖，パルプ両廃水の流入を受けてもそれ程河川水に大きな影響を及ぼさないことを示すものであろう。元来有機性廃水は窒素分を多量に含むが，その流入を受けた後における河水の含有量は水量の多少によつて異なるものと考えられ，稀釈度が大きい程含有量が少なくなることは勿論である。然し，製糖工場操業期及びその後或る期間は端野捕獲場が含有量最も多く，特に3月は下流に行くに従つて増加したが，これは有機物の分解過程の傾向を示すものと考える。

又，前回若松橋での測定値が多かつたが，これは廃水と河水の混合が充分でなかつたことによる。今，水質標準からアンモニア性窒素を見るとRoyal Commissionの河川平均分析値から水質を分類したものでは，極めて清浄0.04ppm，清浄0.24 ppm可成り清浄0.67ppm，疑わしい2.5ppm，悪い6.7ppmとしている。これによれば，常呂川の場合両廃水流入によつても，いわゆる水産上有害な含有量ではなく，清浄な範囲に止まるものと考える。又，魚類生理の点から見るとBrockwayによれば，アンモニア性窒素は魚類の成長に対して抑制的に作用することが明らかであり，マスの場合0.3ppmにおいて大きな被害を与えるとしている。

(6) 燐酸塩（P_2O_5）

P_2O_5は製糖工場操業期及びその後或る期間は開盛橋，吊橋では明らかに増加の傾向が見られたが他の地点は顕著でなかつた。これは水量の多いムカ川の合流によつて，その影響が相当緩和されるものと考えられ，若松橋，端野捕獲場の場合はむしろパルプ廃水と河水量の関係から増減が見られるようである。従つてこの2地点は，他の時期においても開盛橋，吊橋とは異なつた値を示した。又，増水時には陸上よりの供給が多いためと考えられるが，可成りの増加が認められた。

(7) 蒸発残留物，熱灼減量

開盛橋，吊橋では製糖廃水流入時明らかに増加が認められ，又熱灼減量も多くなり有機物の増加を示している。

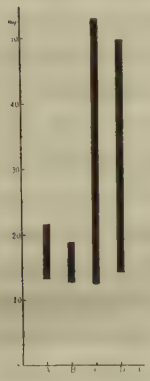
若松橋，端野捕獲場では，パルプ廃水が常時流入するので前2地点に較べ稍々多い傾向にあり，熱灼減量も多いが，製糖廃水流入の影響は余り認められなかつた。これは吊橋下流で水量の大きな支流ムカ川が合流するために稀釈度が増大することによるものであろう。なお，1958年3月に若松橋，端野捕獲場で著量を示したのは，支流ムカ川上流に所在するイトムカ水銀鉱山で沈澱池故障のため鉱滓が流出した時の影響によるものであり，又，1957年9月に開盛橋で著量を示したのは大出水時で著しく泥濁したためである。現在のところ水産用水の水質標準（水産庁案）では平常150ppm，最大1,000 ppmまで許容しているから，各地点とも人体平常値の範囲に止まるものと考えられる。

(8) 透　視　度

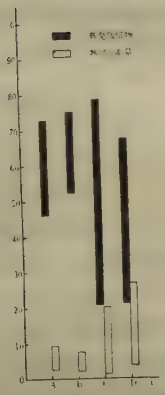
上澄の透視度は大出水，鉱滓流出，渇水時等特殊の場合を除き各地点とも90%以上を測定した。常態における透視度は鉱滓流出時のムカ川合流後の本川，製糖廃水流入時の開盛橋，吊橋及び大出水時の各地点では何れも泥濁して懸濁物質が多く低下したが，その他の時期は比較的高く80%以上を示した。又，製糖廃水流入時を除き若松橋，端野捕獲場はパルプ廃水流入前の開盛橋，吊橋に較べて常に低い値を示したが，製糖廃水流入時は吊橋に較べむしろ若松橋より下流の方が高かつた。これは吊橋下流で合流するムカ川により稀釈度が増大するためであろう。一般に上澄と常態における測定値の差は懸濁物質の影響によるものと考えられるが，両者の差が大きいということは沈澱性の懸濁物質が多いことを示し，両者の測定値が比較的低くて然も差が小さい場合は浮游性の

懸濁物質が多いといえよう。この見解から見ると，減水期でパルプ廃水の影響が大きいと考えられる若松橋，端野捕獲場ではあてはまるが，製糖廃水流入時の開盛橋，吊橋では上層の値が比較的低いにも拘わらず常態の値も可成り低く従つて両者の差も大きかつたのは，製糖廃水そのものに相当沈澱性の浮游物をも含んでいたことをあらわすものであろう。

第3図 各地点における底質の変動域
st. A: 常呂川開盛橋
B: 吊橋
C: 若松橋
D: 端野捕獲場
a. C.O.D.



b. 蒸発残留物と熱灼減量



Ⅱ. 底　　質

底質は有機物の影響を知るためにC.O.D.及び蒸発残留物，熱灼減量の測定を行なつた。常呂川の河底は一般に砂利，礫及び砂泥であるが，若松橋ではパルプ廃水の影響により石礫の表面は常に水生菌，パルプ屑で被われていた。又，製糖廃水流入時及び工場の操業終了後或る期間は全地点とも水生菌の発生が見られ，特にパルプ廃水の影響を併せ受ける若松橋では著しかつた他，端野捕獲場の比較的流れの緩い所の河底ではビート屑の沈積が操業終了後可成りの期間を経ても認められた。

(1) C.O.D.

C.O.D.は一般に製糖廃水流入時及びその後或る期間に亘つて総体的に増加の傾向が顕著に認められた。又，この時期においては，下流に行く程その傾向が強く特にパルプ廃水の影響を併せ受ける若松橋，端野捕獲場では著しかつた。この他，端野捕獲場では他の地点に較べ時期を問わず高い値を示し特に減水時は高かつたが，これはパルプ廃水の影響によるものであろうし，若松橋よりもむしろ高かつた。すなわち，パルプ，製糖廃水とも一般に流入地点よりも下流に行くに従つて増加の傾向が見られたが，このことは廃水の流入によつて河水に増加した浮游性有機物の沈澱，分解の経過を表わしているものと考えられる。又，製糖廃水流入の影響を見ると吊橋で1957年と1958年の5月の測定値を比較すれば明らかなとおりであるが，7月の測定値では殆んど差は認められなかつた。すなわち製糖工場の作業終了後可成りの期間に亘つて響影を受けることを示すものであろう。泥のC.O.D.については荒川，新田（1953）が海底泥の測定をされているが，これによれば正常な泥質においてはC.O.D.20～30mg程度とされている。然し，河底泥と海底泥では条件が異なつているから河底泥については独自の基準を設ける必要があろう。又，高安（1957）は日甜帯広工場の廃水が流入する札内川の河底泥について製糖工場作業終了後1カ月以上経た後においてC.O.D.19.47～39.30mgを，筆者（1959）は北連斜里製糖工場作業終了後の斜里川で16.06～23.48mgを測定しており，何れも下流程底質が有機物に富むことを報告しているが今回の結果もこれと同様であつた。

(2) 蒸発残留物，熱灼減量

蒸発残留物，熱灼減量も製糖廃水流入時及びその後の或る期間は他の時期に較べて各地点とも明らかに蒸発残留物は低下し，熱灼減量は増加が認められ特にパルプ廃水の影響も併せ受ける若松橋，端野捕獲場では顕著であつた。これ等の時期は下流程その傾向が強いが，これは有機廃水の響影が単に流入地点附近に止まらず及ぼす範囲の広いことを示すものであろう。又，製糖廃水流入の影響を見るとC.O.D.と同様吊橋で1957年と1958年の5月を比較すれば明らかである。端野捕獲場では他地点に較べて他の時期も一般に低下，増加が認められたのはパルプ廃水の影響によるものであり，特に渇水期は甚だしかつた。蒸発残留物の低下，熱灼減量の増加は有機物の増加を示すものであり，流入する有機廃水の沈澱，分解の経過を知るにC.O.D.の測定と同様便利であろう。蒸発残留物，熱灼減量について高安（1957）は日甜帯広工場の廃水が流入する札内川の河底泥で蒸発残留物は27.88～74.53%，熱灼減量は4.48～22.68%を，又筆者（1959）は北連斜里製糖工場の廃水が流入する斜里川で蒸発残留物42.38～59.64%，熱灼減量2.96～7.63%（何れも工場作業終了後）を夫々測定しているが，今回の場合札内川の結果と略々同様であつた。

以上のように常呂川北見地区は若松橋上流において周年パルプ廃水，又，10月から3月にかけては開盛橋上で製糖廃水の流入を受ける。従つて製糖廃水流入期以外の開盛橋，吊橋における水質を正常な形の常呂川とするならば若松橋，端野捕獲場ではパルプ廃水と河水量との関係から一様ではないが周年パルプ廃水のために異常な状態が観察され，製糖廃水入時はその影響も受けて全地点に亘つて異常な水質を示した。すなわち，製糖廃水の流入を受けることによつてpHの変化，B.O.D.，C.O.D.，P_2O_5，NH_3-N，蒸発残留物の増加，透視度の低下等となつてあらわれているがその程度は各地点によつて差があり，開盛橋，吊橋では他の時期に較べて明らかに汚染された状態を呈し製糖廃水の影響が判然としているに反し，若松橋，端野捕獲場では稍々増加或いは低下が認められたが顕著な変化は示さなかつた。これは吊橋下流で水量の大きな支流ムカ川（平水時水量常呂川6：ムカ川4）が合流することによつて製糖廃水の稀釈度が更に増大するためと考えられる。すなわち，下2地点の水質を大きく左右するものはパルプ廃水であるといえよう。又，前回の調査時と新たに製糖廃水の流入を加えた今回とを比較すると吊橋及び端野捕獲場の結果を見れば明瞭であるが，上述のとおり吊橋においては製糖廃水流入時及びその直後の水質は前回に較べて明らかに汚染された状態を呈した他，この時期は前回全く見られなかつた水生菌が認められたが，その他の時期は前回の結果と略々同様であり清浄な水質といえよう。これに対し端野捕獲場では製糖廃水流入時もそれ程大きな変化は認められなかつた。なお，若松橋では前回に較べてその水質は一般に良好な状態を呈したが，これは前回がパルプ廃水を直接左岸に放流していたのに対し今回は廃水を常呂川の中程までパイプで導いてから放流していたので河水との混合が比較的早く行なわれていたためと考える。

次に底質について見ると水質より遙かに変化が顕著で全地点に亘つて製糖廃水流入の影響が明瞭に認められた。すなわち，製糖廃水流入時及びその後の或る期間は他の時期に較べてC.O.D，熱灼減量は増加し，蒸発残留物は低下が見られ，特に下流に行く程その傾向が強く，又，パルプ廃水の流入をも受ける若松橋，端野捕獲場は著しかつた。又，パルプ廃水の流入を周年受ける若松橋，端野捕獲場では製糖廃水流入時及びその後の或る期間以外の時期でも上2地点に較べて一般に増加或いは低下が見られパルプ廃水の影響が明らかであつたが，これも製糖廃水の場合と同様下流の方が顕著であつた。このことは流入する有機性廃水の沈澱，分解の経過をあらわしているものと考えられ，その影響は単に流入地点附近に止まらず及ぼす範囲が相当に広いことを示すものであろう。なお，製糖廃水の影響が及ぶ期間は1957年と1958年の5月における吊橋の底質を比較すれば明らかなとおりであり，製糖工場作業終了後も相当長期に亘つて見られたが底質の悪化は更に二次的な障害を水質に与えることも考えられ軽視できない。

要　　約

(1) 1957年5月より1959年3月に亘り，常呂川北見地区4地点（開盛橋—端野捕獲場）の水質及び底質について，製糖，パルプ廃水の影響を主として定期的な調査観察を行なつた。

(2) 常呂川北見地区は若松橋上で周年パルプ廃水を，又，10月から翌年3月にかけて開盛橋上で製糖廃水の流入を受けるので，若松橋，端野捕獲場ではパルプ廃水と河水量との関係から一様ではないが周年異常な状態が観察され，製糖廃水流入時はその影響を受けて全地点に亘つて異常な水質を示した。然し，製糖廃水の影響は各地点によつて差があり，開盛橋，吊橋では他の時期に較べて明らかに汚染された状態を呈したに反して，若松橋，端野捕獲場ではそれ程顕著な変化は認められなかつた。

(3) 底質は水質から見ると遙かにその変化が顕著に認められ，若松橋，端野捕獲場ではパルプ廃水の影響を受けて周年他の2地点に比して異常な状態を示し，製糖廃水流入時及び製糖工場作業終了後可成りの期間は全地点に亘つて他の時期に較べてC.O.D.，熱灼減量は増加し蒸発残留物は低下を見，製糖廃水の影響が明瞭に認められ特にパルプ廃水の流入を併せ受ける若松橋，端野捕獲場では著しかつた。又，両廃水ともその流入後下流の地点程底質に増加或いは低下が強い傾向が見られたことは，その影響が相当広範囲に及ぶことを示すものであり，底質の悪化は軽視できない。

第1表　　各地点における水質及び底質の分析結果

A．常呂川　(1) 開盛橋

採取年月日	1957 V.30	VII.18	IX.9	XI.7	1958 III.27	V.29	VII.17	IX.18	XI.7	1959 III.26
採取時刻	9.30a.m.	10.25 a.m.	2.30p.m.	0.30p.m.	11.05 a.m.	0.30p.m.	11.55 a.m.	9.40a.m.	7.50a.m.	10.10 a.m.
天候	晴	〃	曇	晴	雪	晴	曇	雨	晴	晴
気温 °C	22.8	24.2	16.6	15.8	2.1	26.2	34.0	15.2	8.0	5.2
水質										
水色	清	〃	泥濁	清	〃	〃	〃	稍々濁	泥濁	清
水温 °C	13.2	18.5	12.9	8.5	2.8	15.6	23.4	14.4	7.7	4.1
pH	7.0	7.4	6.9	7.6	7.2	7.2	7.5	7.3	9.6	7.1
溶存酸素量 (D.O.)cc/l	6.60	6.27	6.16	8.50	8.60	6.54	5.89	6.80	7.43	8.32
D.O. 飽和度 %	89.4	94.8	82.9	103.5	90.7	93.1	97.7	94.4	88.8	90.8
B.O.D. ppm					1.75	1.61	2.43	2.13	8.40	4.01
C.O.D. 〃	2.6	3.3	6.4	30.4	2.7	4.2	3.6	3.1	19.5	2.3
塩素量(Cl) 〃	5.40	5.07	5.74	6.08	6.76	5.74	4.67	4.67	5.00	6.33
珪酸塩 (SiO_2) 〃	20.30	20.35	32.35	18.80	20.60	16.85	17.00	16.00	18.50	14.80
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0200	0.0035	0.1045	0.0010	0.0300	0.0115	0.0140	0.0045	0.0410	0.0120
硫酸塩 (SO_3) 〃	13.44	9.24	35.28	10.92	10.92	15.12	13.44	8.40	23.52	9.24
カルシウム塩 (Ca) 〃	8.02	9.62	7.62	10.02	11.62	9.62	10.42	10.02	23.25	12.42
アンモニヤ性窒素 (NH_3-N) 〃	0.00	0.01	0.14	0.02	0.00	0.06	0.01	0.00	0.01	0.02
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	−	−	−	−	+	−	−	−	−	tr
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	−	+	tr	+	tr	−	tr	tr	++
蒸発残留物 〃	116	128	788	140	198	170	138	162	284	102
熱灼残留物 〃	82	83	686	54	160	128	80	111	174	74
熱灼減量 〃	34	45	102	86	38	42	58	51	110	28
透視度(上澄) %	97.4	97.2	66.0	99.3	97.6	96.7	96.3	98.4	90.4	98.8
〃 (常態) 〃	89.6	91.9	4.1	90.0	81.4	83.8	93.0	70.6	46.0	96.9
底質										
C.O.D. mg/Dry mud 1g					19.48	17.29	17.24	14.17	13.30	21.69
蒸発残留物 %					51.34	56.62	55.90	70.59	72.82	46.13
熱灼減量 〃					9.18	6.27	4.92	3.36	2.62	8.35

B．常呂川　(2) 吊　橋

採取年月日	1957 V.30	VII.18	XI.7	1958 III.27	V.29	VII.17	IX.18	XI.7	1959 III.26
採取時刻	11.15 a.m.	11.30 a.m.	1.40p.m.	5.10p.m.	1.10p.m.	1.25p.m.	0.10p.m.	1.40p.m.	1.15p.m.
天候	晴	〃	〃	雪	晴	曇	雨	曇	〃
気温 °C	24.2	25.0	14.6	0.0	23.8	33.6	15.2	7.4	4.3
水質									
水色	清	〃	〃	泥濁	清	〃	稍々泥濁	泥濁	清
水温 °C	15.5	20.4	8.6	3.8	15.7	25.2	14.8	7.6	5.8
PH	7.1	7.5	7.4	7.1	7.2	7.4	7.2	9.3	7.1
溶存酸素量 (D.O.) cc/l	6.40	6.27	8.07	8.28	6.71	5.42	6.69	7.43	8.16
D.O. 飽和度 %	91.0	98.4	98.5	89.7	95.8	94.5	93.7	88.6	93.0
B.O.D. ppm				3.64	1.70	2.58	2.73	7.13	3.49
C.O.D. 〃	2.6	3.2	4.2	2.8	2.8	3.6	3.9	8.3	2.3
塩素量 (Cl) 〃	5.40	5.07	6.08	6.42	5.91	5.00	5.00	5.00	6.67
珪酸塩 (SiO_2) 〃	22.00	20.50	20.20	20.05	16.45	17.70	16.15	17.40	14.55
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0200	0.0035	0.0035	0.0435	0.0070	0.0100	0.0070	0.0275	0.0160
硫酸塩 (SO_3) 〃	14.28	10.08	10.08	11.76	14.28	13.44	8.40	20.16	10.08
カルシウム塩 (Ca) 〃	8.42	10.82	14.83	10.82	11.22	11.22	11.22	14.83	11.62
アンモニア性窒素 (NH_3-N) 〃	0.00	0.01	0.02	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	−	−	−	−	−	−	−	−	−
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	tr	−	tr	+	+	−	tr	tr	tr
蒸発残留物 〃	148	142		361	162	150	230	306	158
熱灼残留物 〃	108	94		320	106	98	166	214	110
熱灼減量 〃	40	48		41	56	52	64	92	48
透視度（上澄） %	96.8	96.7	99.7	95.6	96.6	56.5	98.2	88.0	98.5
〃（常態） 〃	81.4	91.6	89.6	53.8	85.2	92.8	46.8	42.8	91.8
底質									
C.O.D. mg/Dry mud 1g	13.36	13.06	13.29	16.39	18.89	12.71	14.74	16.45	18.15
蒸発残留物 %	72.27	72.13	71.25	59.73	52.39	74.98	68.58	58.85	55.70
熱灼減量 〃	2.25	3.05	2.54	7.60	5.65	2.04	2.76	4.34	4.79

C．常呂川　(3) 若松橋

採取年月日	1958 Ⅲ.27	Ⅴ.29	Ⅶ.17	Ⅸ.18	Ⅺ.7	1959 Ⅲ.26
採取時刻	4.20p.m.	10.50a.m.	11.15a.m.	11.45a.m.	9.55a.m.	1.50p.m.
天候	雪	晴	曇	雨	晴	〃
気温 ℃	1.1	25.6	33.4	15.4	8.6	4.3
水質						
水色	泥濁	稍々濁	〃	〃	〃	〃
水温 ℃	3.1	15.4	24.2	15.1	7.4	5.9
pH	6.9	7.2	7.2	7.4	8.4	7.0
溶存酸素量 (D.O.) cc/l	7.97	6.36	2.87	6.48	7.65	7.59
D.O. 飽和度 %	84.6	90.3	48.2	91.4	90.7	86.7
B.O.D. ppm	3.49	2.35	8.36	5.81	6.98	7.13
C.O.D. 〃	4.9	5.6	32.0	9.2	5.1	13.0
塩素量 (Cl) 〃	7.09	5.74	5.00	5.00	5.33	7.33
珪酸塩 (SiO_2) 〃	22.40	17.10	20.40	16.40	16.10	15.40
燐酸塩 (P_2O_5) 〃	0.0765	0.0050	0.0220	0.0070	0.0100	0.0215
硫酸塩 (SO_3) 〃	21.00	15.96	28.56	13.44	21.84	17.64
カルシウム塩 (Ca) 〃	11.22	11.22	12.83	11.62	12.42	10.82
アンモニヤ性窒素 (NH_3-N) 〃	0.01	0.04	0.03	0.01	0.00	0.04
亜硝酸性窒素 (NO_2-N) 〃	++	−	−	+	−	+
硝酸性窒素 (NO_3-N) 〃	++	+	tr	+	+	++
蒸発残留物 〃	630	148	236	166	156	186
熱灼残留物 〃	550	104	116	115	113	130
熱灼減量 〃	80	44	120	51	43	56
透視度（上澄） %	90.3	96.2	88.7	96.9	95.2	96.8
〃（常態） 〃	21.8	85.6	84.7	69.6	83.4	87.6
底質						
C.O.D. mg/Dry mud 1g	20.24	12.50	15.24	15.52	44.97	52.94
蒸発残留物 %	50.22	78.35	66.66	64.12	25.92	20.70
熱灼減量 〃	4.21	2.06	3.47	3.41	14.80	19.96

D. 常 呂 川　(4) 端野捕獲場

採取年月日	1958 Ⅲ.27	Ⅴ.29	Ⅶ.17	Ⅸ.18	Ⅺ.7	1959 Ⅰ.26
採取時刻	2.35p.m.	9.45a.m.	10.25a.m.	11.00a.m.	10.30a.m.	11.15a.m.
天候	曇	晴	曇	雨	曇	晴
気温 °C	3.9	24.6	32.4	15.7	8.0	6.8
水質						
水色	泥濁	稍々濁	〃	〃	〃	〃
水温 °C	4.8	15.0	22.1	15.2	7.5	4.4
pH	7.0	7.0	7.1	7.3	8.0	7.0
溶存酸素量（D.O.） cc/l	7.86	6.02	3.50	5.63	7.12	7.18
D.O. 飽和度 %	87.3	84.8	56.8	79.5	84.6	78.9
B.O.D. ppm	5.01	2.46	4.57	4.91	4.55	8.17
C.O.D. 〃	4.0	6.1	20.0	7.2	5.8	12.8
塩素量（Cl） 〃	6.92	6.08	5.67	5.67	5.67	7.67
珪酸塩（SiO_2） 〃	21.90	16.55	18.30	17.20	17.40	15.70
燐酸塩（P_2O_5） 〃	0.0735	0.0035	0.0145	0.0050	0.0070	0.0215
硫酸塩（SO_3） 〃	17.64	17.64	24.36	14.28	14.28	18.48
カルシウム塩（Ca） 〃	14.03	11.42	10.42	10.82	12.42	14.43
アンモニヤ性窒素（NH_3-N） 〃	0.02	0.04	0.01	0.01	0.02	0.05
亜硝酸性窒素（NO_2-N） 〃	+	−	−	−	+	+
硝酸性窒素（NO_3-N） 〃	++	+	tr	+	+	++
蒸発残留物 〃	800	180	208	172	153	162
熱灼残留物 〃	703	126	136	116	108	110
熱灼減量 〃	97	54	72	56	45	52
透視度（上澄） %	92.7	95.7	91.8	97.8	96.2	96.0
〃（常態） 〃	20.7	84.0	83.9	70.9	84.0	89.2
底質						
C.O.D. mg/Dry mud 1g	18.86	14.22	22.13	17.47	49.72	25.11
蒸発残留物 %	53.60	67.35	47.31	58.48	21.19	44.07
熱灼減量 〃	10.19	3.65	6.46	3.69	26.64	8.99

文　　献

(1) 荒川清・新田忠雄　1953：工場廃水の研究　第一報　海底泥の分析法に関する研究　内水研報告No. 3
(2) 五十嵐彦仁　1956：北海道における鉱工業排水と水産被害　札幌 楡書房
(3) 川本信之　1958：魚類生理学から見た淡水養殖　Ⅰ．三重大学水産学部紀要 Vol. 3，No. 1
(4) 高安三次　1931：帯広町における北海製糖株式会社廃液調査　北水試旬報　No. 122，123
(5) 高安三次・尾崎豈志　1957：十勝川（並びに札内川）水質汚濁調査（第2報）水孵復命書
(6) 吉住喜好　1957：常呂川水質の季節的変化について　水孵研究報告　No. 12
(7) ——　1958：北海道陸水の水質資料（Ⅳ）水孵研究報告　No. 13
(8) ——　1959：斜里川水系の水質並びに底質の季節的変化について　水孵研究報告　No. 14

石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究

1. 忠海漁場附近における産卵期の生態

委嘱　岡　田　　俊　　伊　藤　小　四　郎
（北海道大学農学部動物学教室）　（北海道立水産孵化場）

Ecological Studies of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Ishikari-Furukawa

1. Ecological studies in breeding season

Shun Okada
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)
Koshiro Ito
(Hokkaido Fish Hatchery)

1. 緒　　言

石狩古川（茨戸湖）は札幌市より最短距離約10kmの北方に在り，昭和6年石狩川の新流路切換工事竣功によつて生じた石狩川の古川である。屈曲蛇行する延長約20kmに及ぶ細長い水面で，幅員150～400m水深最大12mを測り，水色褐色で溷濁し透明度0.6～0.8mである。下流志美附近で幅約50mの一疏水により石狩川本流に通ずる外，本流との連絡は全く絶たれている（第1図）。

ワカサギ *Hypomesvs olidus* (Pallas) は本古川の生誕以来相当多数棲息し，近年の年間漁獲量は10トン内外であるが，或は疏水を通じて石狩川本流と相往来していると言い，或は全く沼内に陸封されて然も数群を形成して棲息するとも称され，その生態には興味を唆られる点が少くない。

本古川は比較的交通の便に恵まれた近距離にあり，又数名の漁業者が沼辺の適所に散在し，標本の採集その他調査に便宜が得られるなどの好条件と相俟つて，魚群構造の研究には格構の対象水域である。著者等は先年来本沼の主としてワカサギを対象としてその魚群構造の調査研究を進めているが，本報では主として忠海漁場附近における産卵期の魚群構造について判明したところを述べ，併せて本沼水位の昇降がその蕃殖に対して大なる影響を及ぼしている事実について報告する。

本研究は昭和35年度北海道科学研究費補助金及び北海

第1図 石狩古川水系図
1　篠路町山口　伊藤庄吉漁場
2　〃　茨戸　忠海長次郎漁場
3　石狩町生振　岡直治漁場
4　〃　花畔　田中弘太郎漁場
5　〃　〃　伊藤辰雄漁場
6　石狩治水事業所

道立水産孵化場調査課（課長江口弘氏）の研究費援助等により実施されたもので，その厚意に対し深く謝意を表する。又，茨戸の漁業者忠海可之氏には採集その他調査に関し多大の御協力を得た。併せて茲に深謝する。

2. 忠海漁場附近における産卵期

(1) 産卵期における漁獲量の推移

本沼のワカサギ漁業は4月水面の解氷と共に始まるが，解氷は下流に早く上流に遅い傾向があり，その差は数日に及ぶようである。忠海漁場は第1図に見る如く茨戸市街より1km余の上流左岸にあり，例年3月末に水面は解氷を終り，4月早々操業が開始されているが，本年（昭和35年）はやや遅れ4月6日にも尚漁場前川幅約350mの中対岸3分の2は結氷しており，4月8日に至つて完全に解氷した。同日，附近に建網が敷設され（第2図）尚数日後より刺網も掛けられた。

第2図　石狩古川におけるワカサギ産卵期の建網漁業
距岸50m内外，水深1～2m

今忠海漁場における建網，刺網合計漁獲量を表示すると第1表の如くである。尚第3図は4月18日の最大漁獲量を100とし，各日の漁獲指数を図示したものである。

第1表　忠海漁場ワカサギ漁獲量
（昭和35年4月産卵期における）

1960年 月日	漁獲量 (kg) 小形	大形	合計	18日漁獲量を100とする漁獲指数	摘要	水温 (10a.m.)
4. 8					漁具設置	3.9 °C
9	15	—	15	7		4.8
10	—	—	—	—	休漁	5.7
11	15	15	30	14		5.4
12	82	42	124	57		6.9(沖6.0)
13	104	27	131	59		8.4(沖6.0)
14	168	27	195	88		6.4(沖6.0)
15	113	7	120	56		7.2
16	124	22	146	66		6.7(沖6.0)
17	113	22	135	61		7.4
18	214	7	221	100		6.4
19	150	15	165	75		8.9
20	135	11	146	66		7.4
21	—	—	—	—	休漁	7.6
22	18	12	30	14		7.1
23	24	10	34	15		6.4
24	15	19	34	15		7.4
25	30	4	34	15		7.9
26	—	—	—	—	休漁	10.2
27	15	—	15	7		8.9
28					漁具撤去	9.7
合計	1335	240	1575			

第1表及び第3図に見る如く，解氷直後の数日間は漁獲量がまだ余り多くないが，12日から急激に増大し21日頃までの約10日間が実質的なワカサギの漁期となつている。22日以降は又急激に減少し，28日には漁具を撤去して産卵期の操業を終つている。

これは冬期間深所に停滞していた魚群が，解氷後水温の上昇と共に産卵移動を始め，浅所の産卵場所を目指して群来する際，その途中に設置された漁具に捕獲されることを示すものと思はれる。産卵期終了以後は約2～3週間，5月中，下旬に至るまで，魚群は漁場附近から全く姿を消し，建網，刺網は勿論曳網にも捕獲されることが殆どない。従つてこの期間操業は自然中止されているが，この間の魚群の所在については現在殆ど知るところがない。

本沼の上，下流における各漁場の漁獲量については，漁業者いづれも漁獲記録を具えず，従つて地域的な漁獲量の推移を比較することが出来ない。忠海漁場においても鮮魚としての漁獲記録はなく，ただ漁獲物

は凡て佃煮に製するので，製造量より漁獲量を換算することが出来た。然し聞込み調査によれば各漁場により漁獲量にはかなりの差があつても，操業期間及び産卵期終了後2～3週間の休漁期の存在などについては，大体において各漁場共一致しているようである。

(2) 産卵期における魚群の体長と年令

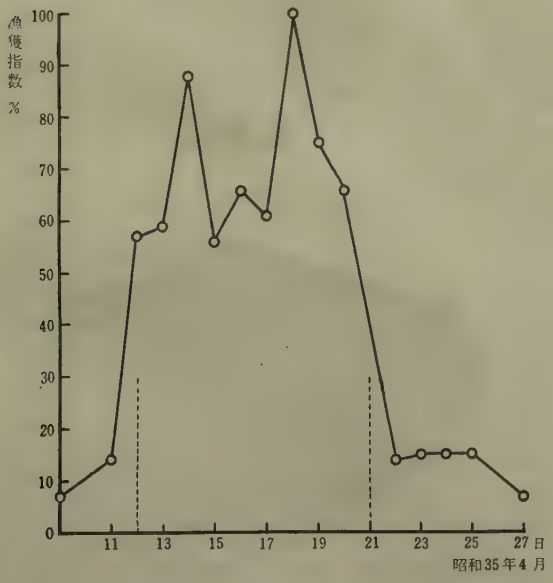
産卵期における漁獲物には小形魚と大形魚が識別されているが，これが年令の差に基くものであることは想像に難くない。漁獲盛期中次表の如く標本を採集し，合計214尾について体長を測定した。

採集月日	捕獲漁具	小形魚	大形魚	合計尾数	摘要
4月12日	建網	135	27	162	(1) 建網には小形魚が多く刺網し大形魚が少いが，この数値はその組成比を示すものではない。
4月19日	刺網	—	52	52	(2) 刺網は網目が大で小形魚は殆ど罹網しない。
合計		135	79	214	

体長は吻端より尾柄末端までを測定し，小形魚（52～68mm）は3mm区間，大形魚（71～130mm）は5mm区間毎に個体数を整理した（両区間に跨る個体は両区間に0.5個体として算入）。測定結果は第2表の如くである。

之を図示すれば第4図の如くで，体長の度数分布から見て少なくも3群の存在が識別される。即ち60mm内外をmodeとし50～70mmの範囲にあるものは満1年魚，80mm内外をmodeとし70～90mmの範囲にあるものは満2年魚，100mm内外をmodeとし90～130mmの範囲にあるものは満3年魚或は更に高年魚を含むものと推定される。

体側鱗を取つて検鏡した結果によると，第1群は何れも冬期帯の形成を未だ認めず，満1年魚であることは疑う余地がない。満2年魚以上と推定される標本の鱗相には，冬期帯の存在の明瞭でないもの，或は冬期帯数の不足なものも見られ



第3図　昭和35年4月忠海漁場における産卵期の各日漁獲指数

第2表　忠海漁場産ワカサギの魚体々長(mm)
（昭和35年4月）

区間	12日尾数	19日尾数	合計
50～53	4.5		4.5
53～56	18.0		18.0
56～59	67.0		67.0
59～62	32.0		32.0
62～65	9.0		9.0
65～68	4.0		4.0
68～71	0.5		0.5
70～75	5.0	2.5	7.5
75～80	6.0	8.0	14.0
80～85	7.0	6.0	13.0
85～90	6.0	7.0	13.0
90～95		3.5	3.5
95～100	1.0	5.5	6.5
100～105		8.5	8.5
105～110	1.0	5.0	6.0
110～115		3.0	3.0
115～120	1.0	1.0	2.0
120～125		1.0	1.0
125～130		1.0	1.0
合計	162	52	214

るが，明瞭な冬期帯数を体長の分布の山に一致して具備するものも少くないので（第5図），産卵期に出現するワカサギ魚群は少くとも満1，2，3，4年魚の4種で構成されていると考えられる。然し120mm内外の個体は満5年魚である疑いもある。

これらの年令群の中，満1年魚が絶対多数を占め，高年魚ほど少いことは確かであるが，この調査結果からは正確な年令組成比は把握出来ない。

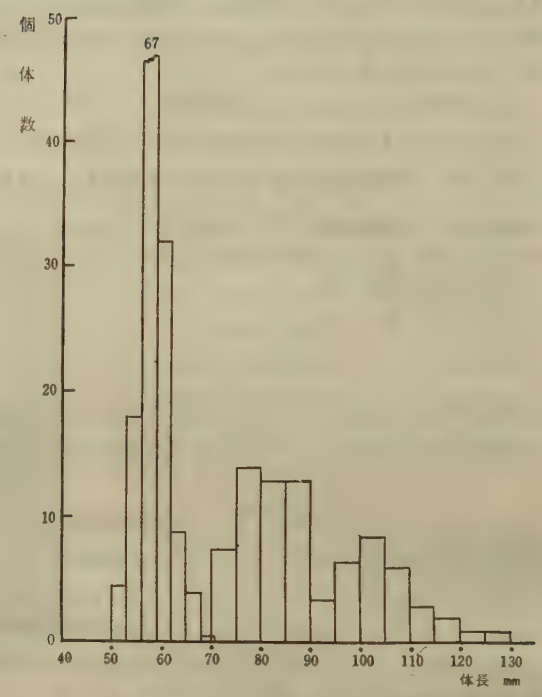
(3) 産卵期における生殖素成熟の推移

産卵期における漁獲物の調査によれば，生殖素の成熟及び雌雄比の推移は第3表の如くである。

同表に見る如く，初期（4月9日頃から14日頃まで）には♂個体の数が優勢で，然も生殖巣は完熟していて大半が圧腹すれば放精する。これに反し♀の個体数は極めて少く，生殖巣も未だ完熟せず圧腹しても放卵しにくく，放出しても卵子は不透明な固い感じを与える。

中期（15日頃から20日頃まで）に入るに従い♀の個体数も増え，生殖巣も完熟し圧腹すれば容易に放卵し，放出卵子は半透明で軟い感じを与える。

更に末期（21日頃から以降）に至れば放精放卵後



第 4 図 忠海漁場産ワカサギ（昭和35年4月）の体長分布図

第 5 図 ワカサギの鱗相（昭和35年4月）　1．体長58mm♂冬期帯数0，　2．体長84mm♂冬期帯数1
3．体長102mm♂冬期帯数2，4．体長113mm♂冬期帯数2（3？），5．体長120mm♀冬期帯数3（4？）

第 3 表　忠海漁場ワカサギの生殖巣成熟及び雌雄比の推移　（昭和 35 年 4 月）

調査月日（昭和35年）	♂ 個体			♀ 個体			放精数	雌雄比	摘要
	完熟	未熟	計	完熟	未熟	計	卵済個体	♂ ♀	
4月12日	104	3	107	0	31	31	0	10：3	建網漁獲　99% 満1年魚
14日	66	1	67	6	0	6	0	10：1	〃　82% 満1年魚
16日	97	0	97	34	32	66	3	10：7	〃　99% 満1年魚
〃	23	17	40	18	6	24	0	10：6	刺網漁獲100%満2年以上魚
19日	104	0	104	25	4	29	13	10：3	建網漁獲　99% 満年1魚
〃	48	0	48	38	6	44	2	10：9	刺網漁獲100%満2年以上魚
22日	71	0	71	66	35	101	117	10：14	建網漁獲
27日	42	0	42	26	47	73	67	10：17	〃
〃	13	0	13	37	54	91	42	10：70	刺網漁獲

の個体が多数現われ，放精する♂の数が減つて未熟の♀が増えて来る。

以上の事実と漁獲量の最盛期とを照合して考察すると，産卵の盛期はほぼ漁獲量の盛期と一致して4月15日頃から約1週間内外と推定される。唯末期に未熟の♀が可成り高い比率で現われて来るが，これらが果して完熟して放卵するかどうかについては多少疑点があり，又この時期には既に漁獲量が激減しているので，未熟♀の絶対数量は余り多いものではない。且又放精可能の♂個体数が極めて少いので，盛期以後に産卵が続くとしても産卵量は余り多くはないと見られる。

産卵盛期における水温は第1表に示す如く沿岸で7°C内外（10a.m.観測）であるが，沖合では概ね1°C内外低温である。4月末には沿岸で既に10°Cを越え5月中頃には12°Cになる。

尚以上の調査と平行して，網にシユロ皮数枚を適当間隔に結着し，自然の産卵場所附近の水中に数箇所投入し毎日之を引上げて卵子産付けの有無を検べた。

（第1回）4月8日投入。14日まで卵子の産付け全くなく，15日始めて可成り濃厚に卵子が産付けられた。16日天然産卵場所即ち葭根の根毛等に附着卵子を発見する。

（第2回）4月22日投入，23日の検査では数枚のシユロ皮に微量（10粒内外）の産付け卵あり。

（第3回）4月24日投入。27日の検査では全く産付け卵を見ず。

以上の試験結果から見ても産卵盛期は4月15日頃から約1週間内外で，20日以降の産卵は極めて少数と見ることが出来る。

3.　天然蕃殖に対する自然障害例

(1)　天然産卵場所

ワカサギの産卵は，従来，清流河川の注入があればこれに遡上し，或は湖岸に近接して，その場所の礫，水草，或は水中に露出した草木の根などに卵を産付けると言われている。

本沼には見るべき注入河川として，札幌市内を貫流して来る創成川の外，篠路川があるのみで，その外溝渠に類するものが数条流入しているが，いづれも産卵場所となる可能性はない。又本沼の水底は泥質で礫の露呈した区域は皆無である。水草の如きものも昭和15年前後までは各所に繁茂し，曳網の操業に妨害となつたと言われるが，現在では極めて寥々たるもので，且産卵期に当る4月中はまだ茎だけで葉は伸展していない状態にある。このようにに本沼には一般のワカサギ棲息水域に見られる如き産卵のための適所がない。

ただ本沼は石狩川の屈曲した古川であるから，一般に彎曲部の一側は侵蝕された2m内外の土涯が水際に屹立し，水深はこの側に最も深く普通6～7mを測る（第6図上）。これに対し反対側は次第に浅くなり，岸には土壌が堆積してオノエヤナギ（*Saljx sachalinensis*），キタヨシ（*Phragmies communis*），スゲ類（*Carex*）等が繁茂して水辺に迫つており，その根は小波に土壌を洗われて水中に露呈している（第6図下）。ワカサギの産卵

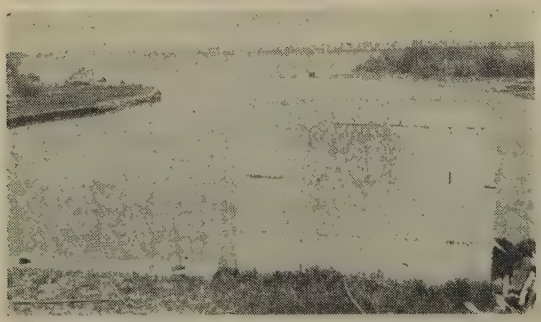
は実にこの露呈した植物の根に産付けられるのであつて，そこではたえず小波の動揺によつて，泥土の卵子表面に沈着することが防がれ，同時に酸素の供給が十分に行われると言う有利な条件も具わつている。卵子は直径1mm弱，透明な粘着卵で，附着物に点々として産付けられるので一般に水面下にある時は中々発見しにくい。

このような産卵場所は，本沼の形態から見ても解るように，彎曲部の一側には必ず存在するが，上中流区域に比して下流区域には好適な産卵場所が乏しいようである。尚中流区域に当る茨戸市街，花畔市街附近ではコンクリート・ブロックの護岸施設があり，その面が露呈しておれば好適な産卵場所となり得ると思われるが，実際にはその表面を泥土が常に数mmの厚さに被覆しており，現在産卵場所となる可能性はない。

第 6 図　石狩古川の彎曲部の両岸形態
上　高さ2m内外の土涯が水際に屹立し，この側に水深が深く普通6～7m，産卵場所に乏しい。
下　反対側で水深は浅く，葭など繁茂して産卵場所に富む。

(2)　本沼水位の昇降が蕃殖に及ぼす影響

本沼の水位は日々絶えず変動して，長く一定水位を保持することは寧ろ少い。水位昇降の原因として現地附近の降雨，注入河川等の影響は余り大なるものではなく，殆んど石狩川本流の水位に支配されていると言つて差支えない。既に述べた如く本沼は下流近くにおいて一疎水を以て石狩川本流と連絡しておる（第7図）が，本流の水位が上昇中は下流の疏水，中流の茨戸市街地附近及び上流の篠路山口地先の狭隘水路においては，沼の水の顕著な逆流が観察され，時々刻々水位の上昇が認められる。



第 7 図　石狩古川の疎水と石狩川本流との合流点を望む。

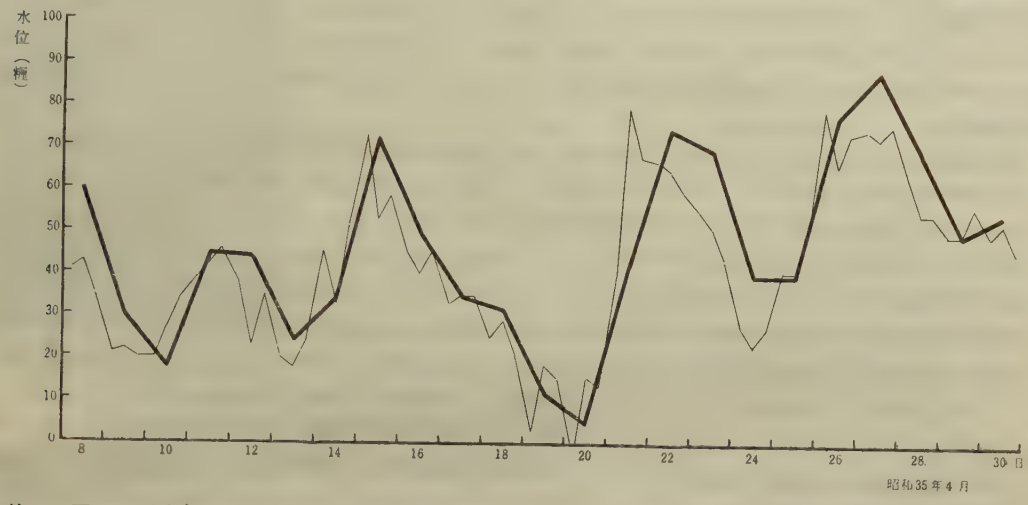
今忠海漁場附近に仮設した水位標及び石狩川治水事務所石狩事業所（石狩町親船町矢臼場）が同地先の石狩川本流に設置してある水位標により，両地点の水位を本年（昭和35年）4月，5月分について対

第 4 表　茨戸沼及び石狩川本流の水位対照　　（単位cm）

昭和35年月日	忠海漁場前	石狩治水事業所前			昭和35年月日	忠海漁場前	石狩治水事業所前			昭和35年月日	忠海漁場前	石狩治水事業所前		
	10a.m.	6 a.m.	12a.m.	6 p.m.		10a.m.	6 a.m.	12a.m.	6 a.m.			6 a.m.	12a.m.	6 a.m.
4. 1		25	25	15	4.16	50	45	40	46	5. 1	40	43	43	47
2		29	21	21	17	35	33	35	35	2	62	57	63	70
3		8	11	11	18	32	25	29	21	3	89	77	83	82
4		−5	4	17	19	12	3	19	16	4	90	77	80	76
5		15	24	32	20	5	−3	16	14	5	85	75	77	71
6	36	27	37	46	21	42	39	80	68	6	73	60	65	55
7		66	69	73	22	75	67	65	60	7	58	47	51	44
8	60	41	43	36	23	70	55	51	44	8	46	41	40	31
9	30	21	22	20	24	40	28	23	27	9	28	19	24	25
10	18	20	27	34	25	40	41	41	50	10	28	23	21	15
11	45	39	43	46	26	78	80	66	74	11	17	21	17	19
12	44	38	23	35	27	89	75	73	76	12	14	20	16	23
13	24	20	18	24	28	70	63	55	55	13	32	41	31	37
14	34	45	33	51	29	50	50	50	57	14	22	30	17	21
15	72	71	53	59	30	55	50	53	46	15		20	19	30

照すれば第4表の如くである（但し忠海漁場附近に仮設した水位標は相対的水位を示すもので，標高とは無関係である）。

同表の中4月8日～30日の分を第8図に示す。同図に見る如く，本沼の水位は殆ど石狩川本流の水位に支配されていることが明かである。石狩川本流の水位上昇は主として上流地域における融雪，降雨等に支配されているが，又石狩湾の満潮にも影響を受けると言われている。



第 8 図　石狩古川と石狩川本流の水位対照
太線……石狩古川水位（忠海漁場附近）　細線……石狩川本流水位（石狩治水事業所前）

忠海漁場前水位標で水位30cm内外を示す時，本沼の水位は水辺の葭その他植物の上部を浸すに至らず，ただその露呈した根部が水中に浸漬された状態にあつて，これが平水位と見られる。これより水位が下降すれば次第に根部は空中に露出し，水位10cm内外以下に降下の場合は岸辺の沼底斜面が露呈する。又，水位が上昇すれば次第に水は沿岸斜面に浸入し，水位50cm内外以上に増水すれば，スゲ等の植物は水面下に没し，葭，柳等は挺水植物の如く水中に屹立する。

産卵期がこのような増水時に当ると，産卵親魚は沿岸斜面の植物根毛にも卵を産付ける。4月16日水位50cmの時，これより高所の空中に露出した沿岸斜面の葭の根に多数の産付け卵を発見したが，これは前日水位72cmの時に産付けられたものであることは明かである。産付け材料は専ら地上に露出した葭の根毛で，実験的には柳の枝，葭の枯れた茎や葉，枯草にも粘着するが，実際にこれらの材料に附着したものは発見されなかつた。

4月15日水位は72cmの最高を示したが，爾後連日減水の一途を辿り，20日には最低水位5cmを示し沿岸の沼底斜面が露出した。この期間中沿岸陸上斜面の各所至る所に空中に露呈された産付け卵が発見され，殊に20日には葭の根，スゲ類の根が完全に空中に露出し，これに産付けられた顆しい卵子が乾涸の状態に曝された（図版1）。又柳の倒木が水中にあつて多数の不定根を水中に出していたものが，この減水で空中に露出し，その根毛に無数の卵子が乾涸寸前の状態で附着しているものも発見された（図版2）。

この期間は既に述べた如く産卵の盛期に当り，この減水により乾涸して死滅した卵子は莫大な数量に上ると思われる。このような被害は産卵期に水位の顕著な変動があること，及び産卵場所が一般のワカサギ棲息水域と異り水位の影響を受け易い沿岸特定対象に局限されていると言う本沼の特性によるものであるが，その被害の程度はその年の産卵期とその時期の水位の変動状況により必ずしも一定していないもののようである。このような例は目下各地に勃興しつつある発電所建設による人工湖利用の養殖に際しても起り得る可能性がある。

(3)　空中露出卵子の生存期間

尚減水によつて空中に露出した卵子の生存期間を確めるため行つた実験の結果を次に述べる。

（第1実験）産卵場所より数十粒の卵子が産付けられた葭の毛を採取し，これを無蓋シヤーレに収容して屋外日蔭に放置した。発生段階は胞胚期，24時間後の観察では凡て飴色のまま不規則に収縮していた（白濁しないのは

水分なきため）。即ち24時間内に凡て乾燥斃死。

（第2実験）シユロ皮に人工受精卵数十粒を附着せしめ，空中に露出された自然の産付け卵が存在する場所を選び，湿気ある土壌の横穴に挿入放置した。24時間後の観察ではシユロ皮乾燥し，卵子は凡て飴色のまま不規則収縮斃死。

（第3実験）葭の根毛に人工受精卵を附着せしめ，無蓋のシヤーレに収容し，11°C の流水でシヤーレを冷やし，暗所に放置した。根毛には充分水分を含ませた。24時間後，発生段階は胞胚期，多少流水がシヤーレ内に入つた如くで，水切りをして更に放置。48時間後，根毛の一部は乾燥，その部分の卵子は飴色のまま不規則収縮，未乾燥部分に附着の卵子は3/5白濁死卵，1/5飴色収縮，1/5発生中の如し。72時間後死卵244，生卵81，生卵の発生段階は眼胞形成期。

（第4実験）上記と同じ方法でA, B, Cの3群を放置，A群は24時間後観察，死卵178，生卵14（原口閉鎖前後）。B群は48時間後観察，死卵312，生卵2（無色眼胞胚）。C群は72時間後観察，死卵358，生卵0。

以上の如く実験的には24時間内に大半が乾燥斃死する。自然の現場における生存期間は種々の条件により異り一概に言うことが困難である。葭根などの深部にあつて多湿の土壌に接して存在する産付け卵は，比較的長く生存する可能性があるが，日光の直射や通風に曝される場所の産付け卵は，勿論短時間内に乾燥斃死を免れない。

産卵期の増水は本沼の如き産卵場所の限定されている水域では，それが拡大されると言う点では有利であるが，卵子が孵出を完了すると推定される5月上旬頃までには，必ず幾たびかの減水があり，長く減水期間が続けば乾涸による損耗が相当多量に出る虞れがある。

第5表　石狩古川におけるワカサギの人工孵化のための採卵数（昭和35年）

所在	漁業者名	採卵数（万粒）
篠路村字山口	松浦繁男	4,000
〃	伊藤庄吉	10,000
〃　茨戸	忠海長次郎	7,000
石狩町字生振	岡直治	2,600
〃　花畔	田中清太郎	1,500
〃	伊藤辰雄	1,500
〃	今井信一	0
〃	今井金一	0

⑷　人工産卵床の効果試験

本沼では各漁業者夫々漁獲物親魚の一部を使用して人工採卵孵化を行なつているが，昭和35年産卵期における採卵実績は第5表の如くである。

人工採卵は乾導法により卵子をシユロ皮孵化盆1枚当り約5万粒の見当で附着させる。この孵化盆を適宜の枚数累ねて繩で結え，沼中の杭に結索し，孵化仔魚は自然に沼の水中に放流される（第9図）。

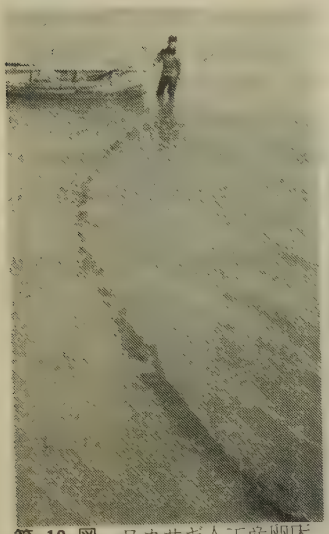
以上の人工採卵に加え，本年は自然産卵床の干上りによる損耗対策として，人工産卵床の効果の有無を試験した。即ち繩にシユロ皮多数を結着して沿岸浅所に沈設した（第10図）。この方法によれば水位の昇降による干上り損耗を考慮する必要がない。本年（昭和35年）4月操業開始と同時に数条を敷設したが，15日頃より産付け卵を見，20日前後には各条共シユロ皮に密に卵子が産付けられていた。その後死卵の発生比較的少く，良好な成績で孵出を終つた。

尚忠海漁場より対岸見透し線上で，一定距岸距離及び水深における産付け状況を試験したが，その結果は次の第6表の如くである。本試験は一定距岸距離において，繩に1m毎にシユロ皮1枚を結着し，一端に錘を付けて水中に垂直に下ろし，水面の部分に浮子を付けて浮かせた。これを一両日後に引上げて各シユロ皮毎に産付け卵の附着状況を調べたものである。

本試験は実施の時既に産卵の盛期を逸していたため，余り明確な結果は得られなかつたが，沖合及びその深所では産卵することが少いこと，然し沖合でも余り深くなく産付け材料があれば産卵の

第9図　石狩古川におけるワカサギの人工孵化の実況（忠海漁場において）

行われる可能性があることなどを示しているように思われる。



第 10 図　ワカサギ人工産卵床の試験実況（忠海漁場附近）

4. 摘　　要

昭和35年4月石狩古川の産卵期におけるワカサギ *Hypomesus olidus* (Pallas) の生態について明かにされたところは次の如くである。

(1) 産卵期におけるワカサギ漁業は水面の解氷と共に始まる。漁具は建網，刺網が使用されている。忠海漁場附近では例年3月末解氷するが，本年は4月8日完全解氷を見た。解氷直後数日は漁が薄く，12日から21日頃までの約10日間が実質的な漁期であつた。その後漁獲が激減し28日には漁具を撤去して産卵期の操業を終つている。この間における忠海漁場の漁獲量は約1.6トンであつた。

(2) 初期（9日頃から14日頃まで）には♂が圧倒的に多数で精巣が完熟している。これに対し♀は極めて少く且殆ど未熟である。中期（15日頃から20日頃まで）に入ると♀が殆ど♂と同数近くまで増え，且卵巣は大部分が完熟している。末期（21日頃から以降）に至れば放精放卵済みの個体が多数混じ，未生殖の個体では初期と反対に♂が極めて少くなり，♀が増えて来るがこれ等の♀には未熟魚が多い。

以上の如く，産卵の盛期は4月15日頃から約1週間で，漁獲の盛期とほぼ一致する。ただ末期に未熟の♀が多く，現われるがこれが完熟するかどうかについては疑問があり，又この時期には漁獲量が激減しているから，その絶対数量は余り大きなものではない。又，♂が極めて少いから産卵量も大なるものとは考えられない。このことは魚巣を産卵場附近に投入して産付け時期を調査した結果からも確認された。

第 6 表　一定距岸距離及び一定水深における卵の産付け状況

年月日	昭和34年4月21日			昭和35年4月21日			
距岸 / 水深	50m	230m	270m	30m	100m	200m	300m
0 m		0	稀	中	少	0	中
1	少	中	稀	稀	0	0	中
2	中	少	0		0	0	0
3	多	稀	0		0	0	0
4							0
5							0
6							0

(3) 産卵群の年令構成は満1年魚が絶対多数を占め体長60mm内外（50～70mm）である。年令組成比は正確には現在不明であるが，満1年魚は90%内外と推定される。残りの10%には満2年魚の体長80mm内外（70～90mm），満3年魚の体長100mm内外（90～110mm），満4年魚の体長120mm内外等が含まれ，大形魚には満5年魚の存在も疑われる。

(4) 以上のことから次のことが推定される。即ち冬期間中深所に停滞していた魚群は，解氷後水温の上昇と共に産卵移動を起し，先づ生殖巣の成熟が早い♂から産卵場所を求めて接岸する。やがて♀の生殖巣も成熟して接岸し産卵期の盛期となる。盛期間の水温は沿岸で7C°（10a.m.）内外，沖合で6°C内外である。産卵行為を終えた♀♂は暫らく沿岸水域にあつて，これに成熟の遅れた♀が接岸して加わるが，5月に入ると附近から全く姿を没してしまう。5月中，下旬に至る間は建網，刺網は勿論曳網にも殆ど漁獲されないが，この間の所在は現在明かでない。

(5) 本沼は石狩川の古川であるから底質は泥で礫質の露呈した所は全くない。又水草も寥々たるもので，一般のワカサギの棲息水域に見られるような産卵適所がない。本沼では水辺に迫つて叢生繁茂しているスゲ，ヨシ，ヤナギの水中に露出した根が唯一の産卵場所となつていて，これにバラバラに卵を産みつける。このような場所は本沼の彎曲部の水深の浅くなる側には必ず存在するのが原則であるが，その反対側は水深が6～7mを測り水際に侵蝕された2m内外の土涯が屹立して産卵場所としての条件が殆んど具つていない。

(6) 本沼は下流志美で一線水により石狩川本流と連絡しているので，本沼の水位は殆んど本流の水位に支配されている。本沼のワカサギ産卵期の4月は恰も石狩川上流地域の融雪期に当り，これに降雨，石狩湾の満潮なども影響して，石狩川本流は著しく増水し，これがために本沼の水位も著しく上昇して沼辺の斜面を被うに至る。産卵盛期が偶々この時期と合致すると，産卵親魚はこの斜面上の好適材料にも盛んに卵を産付ける。孵出期まで水位がその状態に保持されれば問題はないが，必ずひき続いて減水が起り多数の卵子が干上がる。4月20日には沼辺に沼底斜面が現われる程の大減水があり，ヨシ，スゲの根が全く空中に露出し，これに産付けられた頴しい卵子が干上つた。

このような蕃殖に対する自然障害は，発電所建設によつて生じた人工湖の水産増殖利用に際しても起り得る可能性がある。

関　係　文　献

(1) 朝比奈英三（1943）：石狩古川とその底棲動物　陸水学雑誌　Vol. 12, No. 4

(2) 堂腰　純，前田　隆（1959）：石狩川河口附近の塩分特性に関する研究　第1報．塩害の原因について　北大農邦文紀　Vol. 3, No. 2

(3) 羽田良禾（1957）：石狩沼の動物性プランクトンの季節的変化　鈴峯女子短大研究集報　第4集B

(4) 池田　実（1956）：石狩川下流かんがい排水障害調査　北海道（謄写）

(5) 黒沼勝造（1954）：人工湖について　第26回湖河養研要録

(6) 元田　茂（1950）：北海道湖沼誌　北水孵試報　Vol. 5, No. 1

(7) 中野宗治（1949）：人造湖相模湖の増殖上不利な特異性について　日水誌　Vol. 14, No. 6

(8) 佐藤隆平（1950）：青森県小川原沼の水産開発調査　第1報　ワカサギの産卵習性と其の保護　青森県水産資源調査報告　1巻

(9) 田村正・小山田博・大久保正一（1951）：鰊寄子に関する調査（第1報）北水孵試報　Vol. 6, No. 1—2

(10) 田村正・大久保正一（1953）：鰊寄子に関する調査（第2報）北水孵試報　Vol. 8, No. 1—2

図版 1

昭和35年4月20日の大減水時に，空中に露出したヨシ（上），スゲ（下）
の根。この根元に新しいクキが再び出る事はない。

図版 2

昭和33年4月20日の大減水時に，空中に露出したヤナギ倒木の不定根(上)，
その一条を拡大したもの（下），顆しいワカサギ卵が附着している。

石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究

2. 成長並びに系統について

伊藤小四郎　委嘱岡田　駿
（北海道立水産孵化場）　（北海道大学農学部）

Ecological Studies of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Ishikari – Furukawa.

2. Growth and stocks of the pond smelt.

Koshiro Ito
(Hokkaido Fish Hatchery)
Shun Okada

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

ま　え　が　き

ワカサギ *Hypomesus olidus* (Pallas) は年魚と言われるように多くは満1年未満のものが漁獲の対象となるため，その補充量の多寡により年による漁獲量は著しく変動する。今かりに漁獲の制限や産卵保護等適当な方法を講ずれば，次年度の漁獲高の上にその効果は直ちにあらわれるであろう。しかしこれら漁業管理の方策を立てる上にはその生態学的な基礎資料が必要であることはいうまでもない。

筆者等はこの観点から1959年より石狩古川を中心にして調査を推進している。今回当才魚の成長，鱗相並に系統について若干の知見が得られたので報告する。

稿を進めるに当り調査の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，同調査課長江口弘氏並に標本採集に並々ならぬ御援助を賜つたさけますふ化場石狩事業場主任安田貞男氏，札幌市字茨戸忠海可之氏に対し深甚の謝意を表する。

材料及び方法

材料は第1表に示した通り1959年4月より1960年4月の間，石狩古川並に本流より第1図に示す地点において採集した。又採集漁具はそれぞれ地曳網を用いた。

標本は10%ホルマリン液で固定して後体長，体重，脊椎骨数並に幽門垂数を計測した。尚体長は吻端より尾柄脊椎骨の末端までをその基準とし，脊椎骨数は Urostyle を含めた。

ウロコの計測は露出部より被覆部までの両端の長さを鱗長とし，輪線数は露出部分を顕微鏡（50倍）を用いて計数した。

第1表　　材　　料

石狩古川			石狩川本流		
採集年月日	調査尾数	採集方法	採集年月日	調査尾数	採集方法
1959. 4. 4	341	地曳網	1959. 5.12	25	地曳網
5.30	43	〃	5.16	31	〃
6.19	62	〃	5.28	14	〃
6.28	312	〃	6.13	124	〃
7.23	23	〃	7.23	123	〃
8.26	63	〃			
10.18	310	〃			
1960. 4.10	77	〃			
計	1,231			317	

第1図　ワカサギの標本採集地を示す。×採集地点。

体成長について

ワカサギの成長は湖沼によつて異るばかりでなく同一湖沼においても年により相当大きな変動を示すことが知られている。そしてその成長量はその成育場の生産力と並にワカサギの発生量等に深い関連があることが知られることから，そのワカサギの体成長量の検討はその資源生態学的にも極めて意義があるであろう。

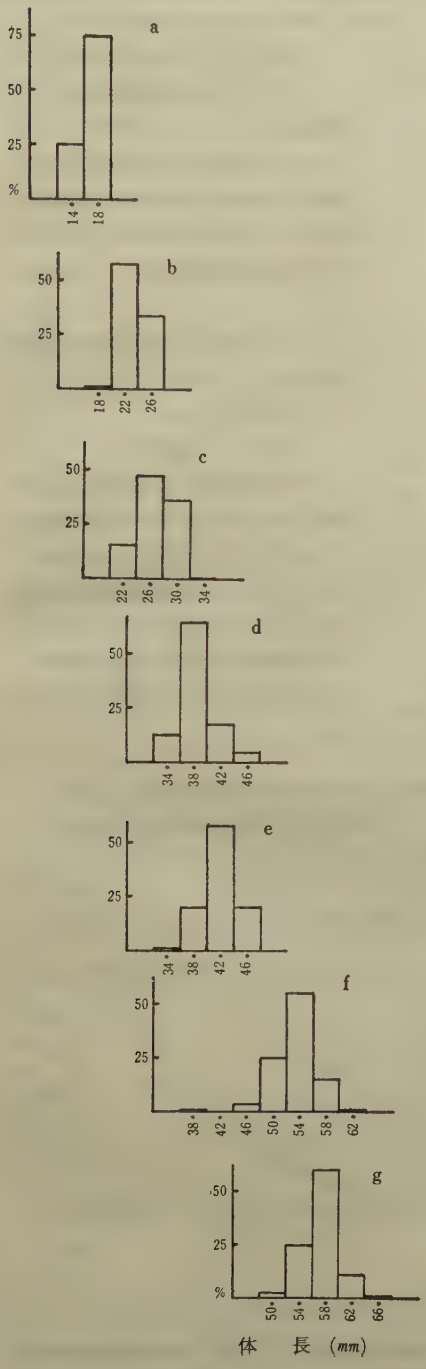
今回，石狩古川ワカサギの成長についてのみ述べる。

体長について：石狩古川の体長分布は第2図，第2表に示す通りである。5月30日の採集時に得られた稚魚の標本の体長は 12～20mm，平均 16.98mmである。その後の成長は急速で10月18日には 36～60mm，平均 53.29 mmに達した。1960年の産卵期には同一場所で得られたワカサギ親魚の体長分布は48～68mm，平均 57.34mm を示し，前年秋の標本群の体長と比べその成長量は僅かに 4.1mm である。従つて10月から翌春の産卵期までの成長量は前述の春から秋のそれに比べて極めて小さいことが知れた。換言すれば冬期の成長は夏期の成長に比べ極めて小さく，又ワカサギは前年の秋にほぼ成体に達することが暗示される。

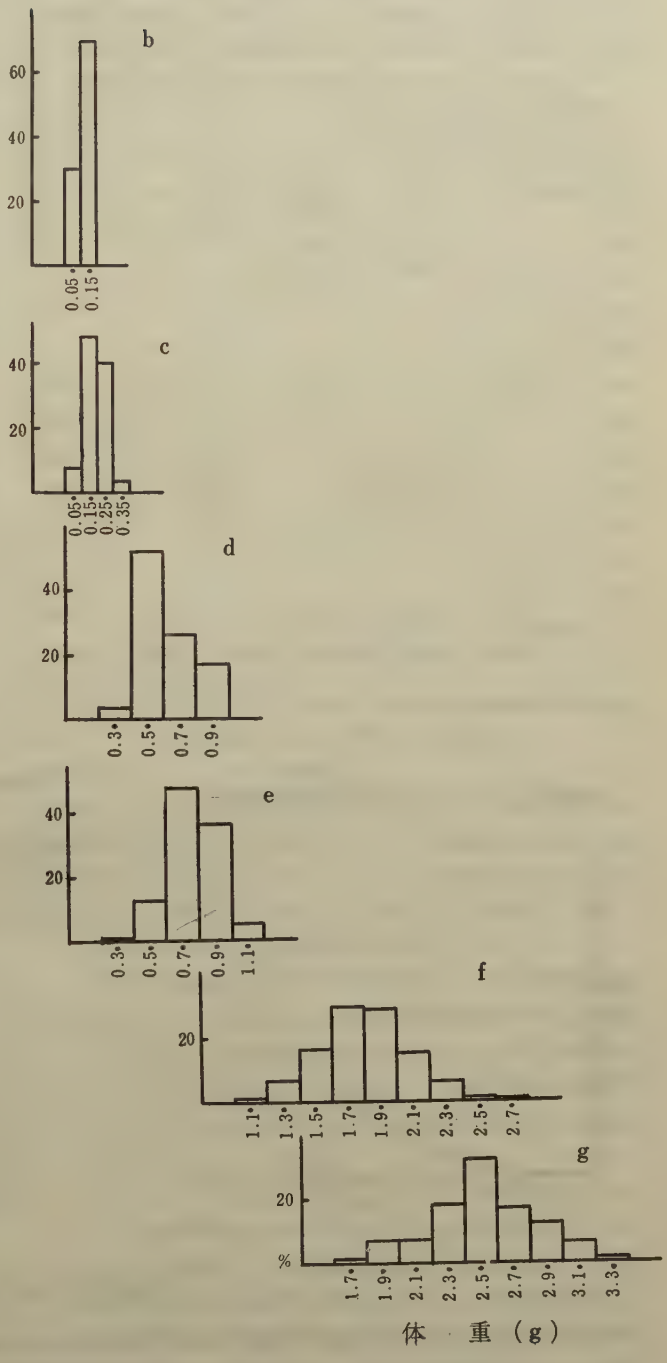
体重について：5月30日の平均体重は0.02grでその後の体重は急速な増加を示し，10月18日には平均体重1.79 gr，翌春の産卵期には2.51grに達した。ここでも体長で認められたように10月頃までの体重増加が著しく，その後の増重は緩漫で体長に認められると同様な傾向が示された（第3図）。

体長と体重との関係について：体長と体重との関係を示すと第4図の通りである。そしてその関係は $W = aL^n$

第2図　石狩古川当才ワカサギの体長組成



第3図　当才ワカサギの体重組成



第2表　石狩古川における1959年発生群ワカサギの体長分布

体長＼年月日	1959 5.30	〃 6.19	〃 6.28	〃 7.23	〃 8.26	〃 10.18	1960 4.10
	a	b	c	d	e	f	g
14mm	11						
18	32	1					
22		40	49				
26		21	148				
30			114				
34			1	3	1		
38				15	13	2	
42				4	36		
46				1	13	10	
50						78	2
54						169	18
58						47	44
62						2	8
66							1
計	43	62	312	23	63	308	73
$\bar{x}$	16.98	23.29	26.86	38.52	41.87	53.29	57.34

註　$\bar{x}$：平均値。

で表わすことができ関係式を求めれば

$$W=3.018\times10^{-6}L^{3.341}$$

但し　L：体長(mm)
　　W：体重(gr)

である。

この成長曲線を石狩川本流ワカサギ群（未発表）と比較すれば第5図の通り，その成長指数は石狩川本流のワカサギ群よりも大きく示された。

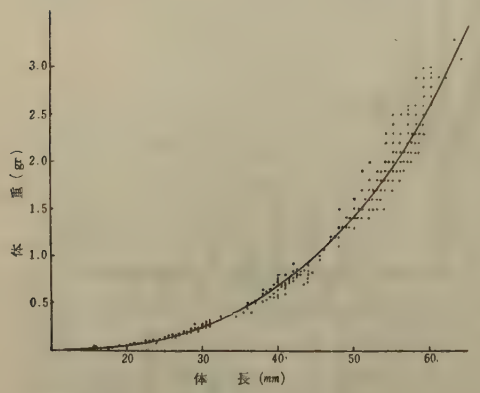
又体長，体重の測定結果から肥満度を次式により算出した。

$$f=W/L^3\times10^3$$

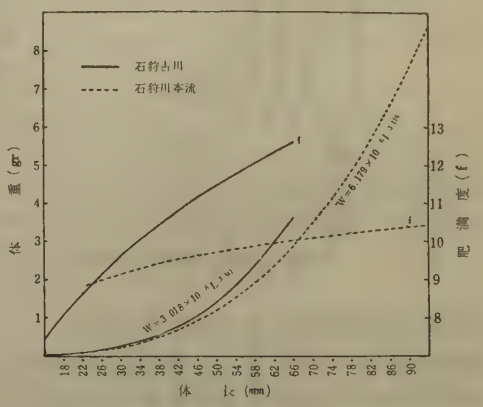
但し　f：肥満度

この値を第5図に併せて示したが，求められた肥満度の値は石狩古川では 8.09～12.34（体長18～62mm）で体成長に伴つて肥満度の値も増大する。しかし石狩川本流ワカサギでは 8.83～10.40（体長22～90mm）で両者の値に著しい相違が示された。

第4図　当才ワカサギの体長と体重の関係



第5図　石狩古川及び石狩本流のワカサギの体長と体重の関係並びに肥満度



ウロコの成長について

ワカサギのウロコについては雨宮・檜山（1940）[2]，小林（1936）[5]，浜田（1953）[3]，白石他（1955）[6]等の報告がある。

今回，継続的に採集された当才魚のウロコの成長過程並に輪線数の形成成長について考察した。

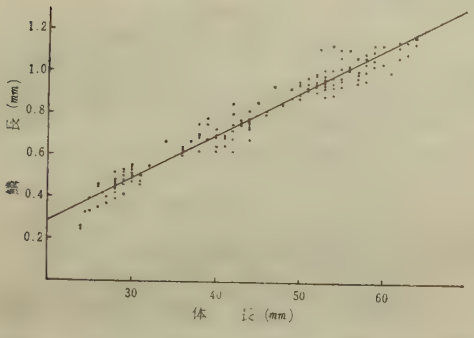
ワカサギ鱗の初期発生は白石他（1955）によれば体長約15mmにおいて見られ，最初尾柄部に発生後漸次前方及び背，腹に発生して行き，そして体長約30mmにおいてウロコの形成が完了することが知られている。

ウロコの採集は従来の慣例として背鰭基部と側線の中間の位置より行つたので，当然尾柄部よりはウロコの発生が遅れることが窮われ，従つてウロコの大きさや輪線数の値はウロコの初期発生部分のそれと若干相違する。

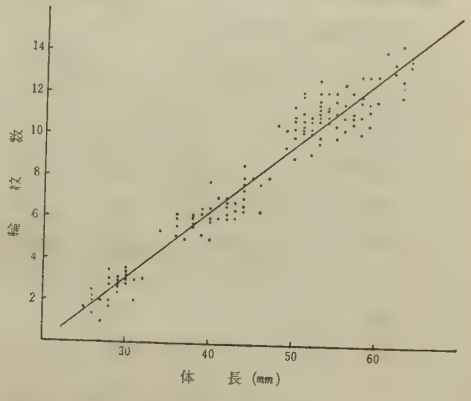
5月30日採集した体長14.8～18.0mmのワカサギでは背鰭基部下にはウロコの発生は認められなかつたが，6月19日採集の体長23.7～26.5mmではウロコの発生が認められ，その鱗長は0.250～0.423mmで輪線の形成も認められた。輪線の形成は写真1～6に示した通り，最初被覆部の左右より露出部に向つて伸長し，後接続して円をえがき輪線が2～5本位までは同心円的に増加する。しかしその後は必ずしも同心円的に輪線を形成しない。

又石狩川本流のワカサギのウロコを引用すれば写真7の通り中央より露出部の左右斜め上方に輪線の切断が見られるが，石狩古川のワカサギにはそのようなウロコが全く見られない。このことは古川，本流の魚群の成育場の相違の一端を示すものと考えられるが詳細については後日に論じたい。

第6図体長と鱗長との関係



第7図　体長と輪紋数との関係



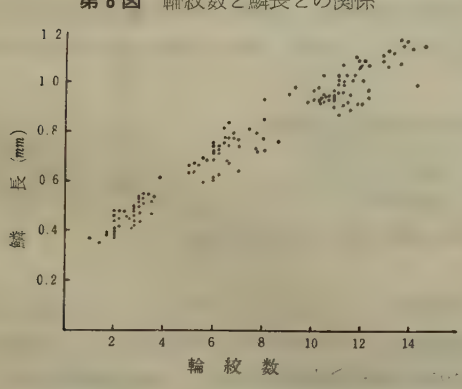
ウロコの成長及び輪線の増加は第6・7図に示した通り体長に比例する。その関係式を求めると次の通りである。

体長と鱗長：$S=0.00203L-0.1144$　　体長と輪線数：$C=0.3234\ L-6.5825$

但し　S：鱗長（mm）　　C：輪線数

これについて白石他（1955）は諏訪湖のワカサギについて，寺尾・今井（1959）[8]は桂沢人工湖のワカサギについてそれぞれ観察し，鱗長と体長とは何れも比例的な関係にあることを報告している。輪線数と体長との関係は白石他（1955）は比例的関係よりむしろ曲線的関係にあることを報告しているが，今回の観察結果においては第7図に示す通り体長の成長に伴い輪線数も増加する。即ち比例的関係のあることが明らかに示された。寺尾・今井（1959）も同様な観察結果を報告している。

第8図　輪紋数と鱗長との関係



鱗長と輪線数については第8図の通り，両者の関係は比例的関係と言うよりもむしろ曲線的な関係が認められ，輪線に対してウロコの成長が幾分低い傾向があることがうかがわれた。このことはウロコの成長に伴つて輪線の間隔が次第に狭るためと考えられ，夏期の成長から秋期，冬期時の成長の停滞によるものと考えられる。

このようにして産卵期に達したワカサギの鱗長は約 0.9～1.2 mm輪線数も12～14本に増加した。しかし石狩古川のワカサギの輪線数は，石狩本流，諏訪湖（白石他1954），桂沢人工湖（寺尾・今井1959）等に比較するとその数は少ない。今，寺尾・今井（1959）の報告の第6図より体長に対する輪線数の関係を引用すればその得られた直線は筆者等の観察結果より傾斜が大で，等しい体長範囲においては石狩古川のワカサギの輪線数が少ないことが示された。浜田（1953）も石狩古川ワカサギの輪線数の少ないことは輪線の間隔が広いためであることを述べている。

このように石狩古川のワカサギの体成長は他の湖沼におけるものより小さく，そしてウロコの輪線数も少ない

にも拘らず輪線の間隔が大であることは，そのワカサギの発生時期とその後の成育に極めて興味ある暗示が得られ今後の生態研究の成果が期待される。

石狩古川産ワカサギの系統について

先に浜田（1953）は石狩古川及び石狩川本流のワカサギの体長組成，脊椎骨数並に鱗相から古川のワカサギと本流のワカサギとの間には独立した生活史をもつ系統群であることを明らかにしている。筆者等もその系統を明らかにするため，脊椎骨数並に幽門垂数の比較を行つた。幽門垂については通常サケ属の陸封型は降海型に比して幽門垂が少ないことが知られている（松原1955）[9]。石狩川本流のワカサギは主として降海群である（浜田1953）ことから幽門垂数にサケ属のような相違が見い出せるかどうか考察した。

第3表　石狩古川及び本流のワカサギの脊椎骨分布

調査地	石狩古川				石狩川本流					
年月日 / V.N	1959 4.4	10.18	1960 4.10	計	1959 5.12	5.16	5.28	6.13	7.23	計
50	1			1						
51	4	3	3	10						
52	43	33	14	90						
53	156	111	35	302						
54	123	133	22	278		1		2	2	5
55	13	23	3	39	12	8	3	49	56	128
56		2		2	12	18	10	61	48	149
57					1	3	1	11	15	31
58								1		1
計	340	305	77	722	25	30	14	124	121	314
$\bar{x}$	53.28	53.48	53.10	53.34	55.56	55.77	55.86	55.68	55.63	55.67
S^2	0.638	0.718	0.778	0.701	0.589	0.529	0.225	0.428	0.467	0.452
S.D	0.789	0.848	0.882	0.837	0.767	0.727	0.474	0.654	0.683	0.674
B.L.R	45～85	36～64	48～68		65～110	55～100	45～135	60～150	65～105	

（註）V.N：脊椎骨数，$\bar{x}$：平均値，S^2：不偏分散，S.D：標準偏差，B.L.R：体長範囲。

脊椎骨数は第9図，第3表の通り古川では53，54個に多く50～56の範囲内に，本流では55.56個に多く54～58の範囲内にあつて次の差の検定を行うまでもなく明らかな相違が認められ，浜田（1953）の観察結果と同様な結果が得られた。

石狩古川と石狩川本流のワカサギの脊椎骨数の差の検定

場所	標本数	平均値	級内変動	摘要
石狩古川	722	53.34	505.1260	Fo＝1831.59　F（5%）3.84
石川本流	314	55.67	147.8885	

幽門垂の数は第10図，第4表の通りで石狩古川では2～4の範囲にあつて3本にモードがあり，これに対して石狩川本流のワカサギでは5本にモードがあつて3～7の範囲にありモードにおいて2本の差を示した。北海道のワカサギの幽門垂数については浜田（1954）[4]，大東・伊藤（1959）[7]の計測結果があるが，これは何れも4～7の範囲内にあつて石狩古川のように3本以下の値いを示すものは認められていない。

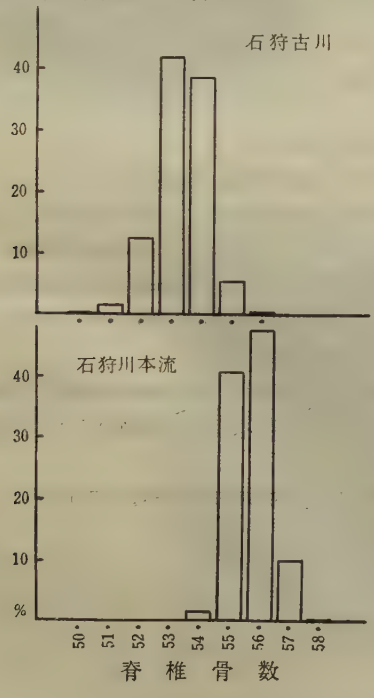
このように幽門垂の数が少なく，又体形の倭小な石狩古川産ワカサギは本道に普通見られる *Hypomesus olidus*（Pallas）よりもむしろ諸形質から，タラネツツ（1937）[1]により報告された樺太東岸のワイム河下流の湖の *Hypomesus olidus bergi* Taranetz に似ていることが知られた。

第4表　石狩古川び流のワカサギの幽門垂分布

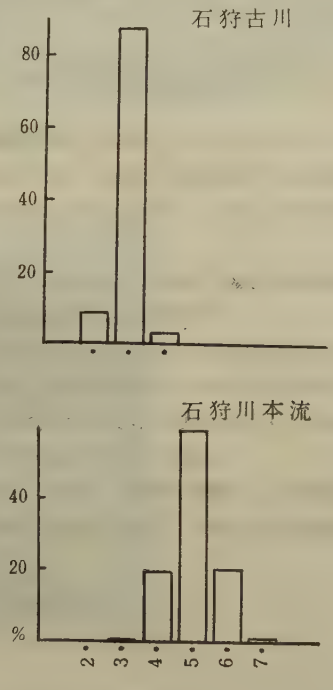
調査地 / 年月日 / P.c.N	石狩古川 1959 4.4	10.18	1960 4.10	計	石狩川本流 1959 5.12	5.16	5.28	6.13	7.23	計
2	29	18	16	63						
3	297	283	59	639					1	1
4	15	9	2	26	6	9	1	22	24	62
5					10	15	11	74	75	185
6					7	7	2	27	21	64
7								1	2	3
計	341	310	77	728	23	31	14	124	128	315
$\bar{x}$	2.96	2.97	2.82	2.95	5.04	5.07	5.07	5.06	4.99	5.02
S^2	0.128	0.087	0.203	0.120	0.589	0.225	0.225	0.428	0.467	0.452
S.D	0.357	0.294	0.426	0.346	0.767	0.474	0.474	0.654	0.683	0.672

（註）P.c.N：幽門垂数。

第9図　石狩古川並びに石狩本流ワカサギの脊椎骨数



第10図　幽門垂数



摘　　要

1959年に発生した石狩古川ワカサギについてその体成長，ウロコの成長並にその系統について考察した。

1．1959年発生のワカサギは1960年産卵期までに，その平均体長及び体重それぞれ57.3mm，2.51grの成長量を示した。

2．体長と体重との関係は $W=aL^n$ の関係式で示され，そして石狩川本流よりもその成長指数及び肥満度は大

きく示された。

$W=3.018\times10^{-6}L^{3.341}$　　但し　W：体重(gr)　L：体長(mm)

3. 鱗の輪線の形成は2～5本までは同心円的に増加し，更にそれ以後の形成は必ずしも同心円的な形成は示さない。そして石狩川本流のワカサギの鱗相とは著しく異にする。

4. 鱗長及び輪線数と体長との関係は体成長の増加に伴つてウロコの大きさ並に輪線数も増加し，その関係式は回帰直線方程式で表わされる。

体長と鱗長　：$S=0.00203L-0.1144$

体長と輪線数：$C=0.3234L-6.5825$

但し　S：鱗長(mm)　C：輪線数。

しかし鱗長と輪線数との関係は曲線的な関係がなされ，このことは秋期～冬期間の成長停滞に伴う輪線間隔の狭くなる結果と考えられる。

5. 石狩古川のワカサギ群の系統はその脊椎骨数53.54に多く，50～56の範囲内に分布するが，石狩川本流のそれは55.56に多く，54～58の範囲内にあつて両者間には明らかな相違が認められ，それぞれ異なる系統群であることが知られた。

又幽門垂数についても脊椎骨数と同様，古川では3本にモードがあり本流のモード5本より少なく明らかに両者間の差を示した。

以上の諸点より石狩古川のワカサギは一つの独立せる系統群であるものと考えられ，古川地域で生涯を送る魚群であることが暗示された。

文　　献

1) ア・ヤ・タラネツツ（1937）：極東魚類検索（平野・竹内訳　1954）

2) 雨宮育作・檜山義夫（1940）：公魚の産卵及び年令に就いて　水産学会報　8巻1号

3) 浜田啓吉（1953）：ワカサギの生態学的研究　2．石狩川の旧及び現水路のワカサギに就いて　日本水産学会誌　19巻2号

4) HAMADA, K（1954）：Revision of *Hypomesus olidus* (PALLAS) and *Hypomesus Japonicus* (BREVOORT) of Hokkaido. Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. Vol.4 No.4

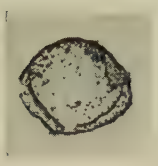
5) 小林久雄（1936）：鱗相によつて判明するワカサギの生態　科学　6巻3号

6) 白石芳一他（1954）：諏訪湖産ワカサギの成長並にその鱗に関する研究　淡水区研究所報告　4巻1号

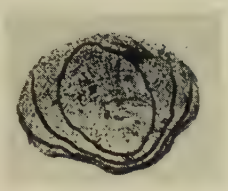
7) 大東信一・伊藤小四郎（1959）：網走湖（網走川及びその沿岸），藻琴湖並に濤沸湖のワカサギの形態学的比較　水産孵化場研究報告　第14号

8) 寺尾俊郎・今井輝（1959）：桂沢人工湖のワカサギ生態調査1，水産孵化場研究報告　第14号

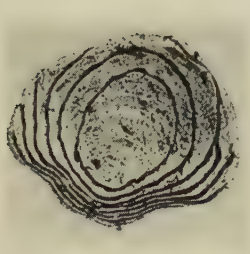
9) 松原喜代松（1955）：魚類の形態と検索　石崎書店



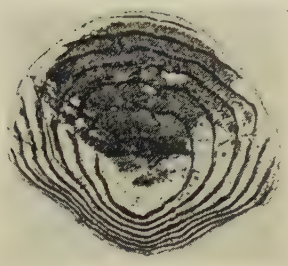
1



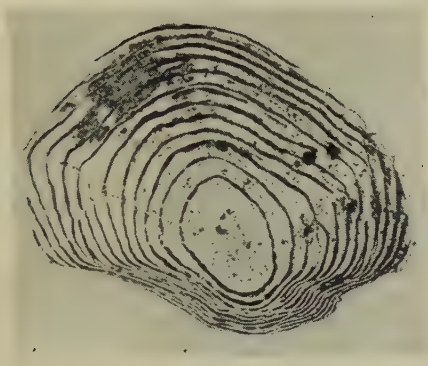
2



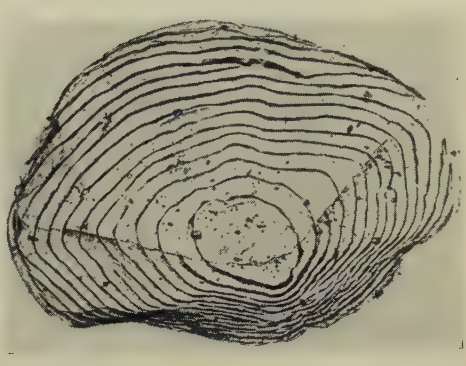
3



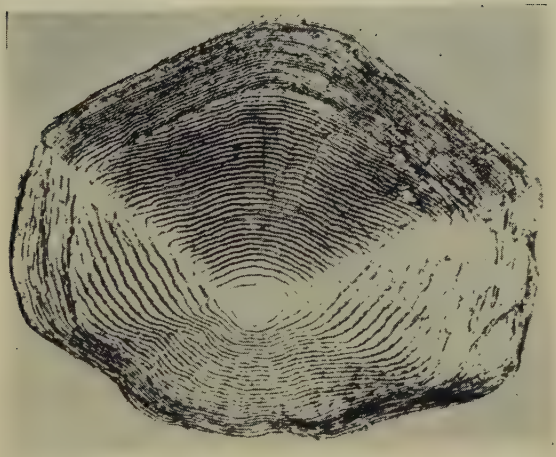
4



5



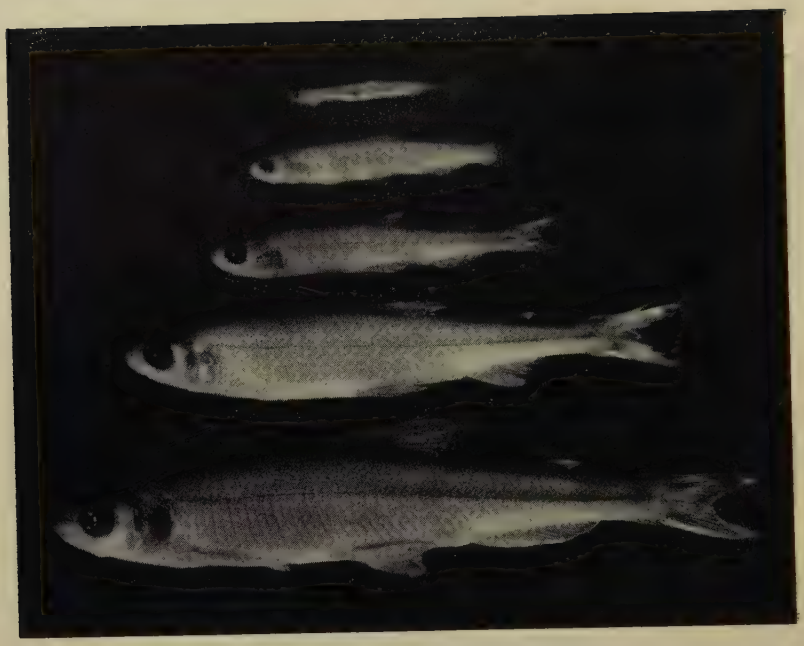
6



7

1. 石狩古川　1959年6月19日採集　体長 25mm鱗長　0.34mm当才魚
2. 〃　〃　6月28日採集　体長 28mm鱗長　0.49mm　〃
3. 〃　〃　7月23日採集　体長 39mm鱗長　0.67mm　〃
4. 〃　〃　8月26日採集　体長 43mm鱗長　0.85mm　〃
5. 〃　〃　10月18日採集　体長 58mm鱗長　1.05mm　〃
6. 〃　1960年4月10日採集　体長 63mm鱗長　1.13mm　〃
7. 石狩本流　1959年9月21日採集　体長145mm鱗長　3.04mm 2年魚

石狩古川並に石狩本流産ワカサギの鱗相



1．1959年5月30日採集　体長　16mm
2．1959年6月19日採集　体長　21mm
3．1959年6月28日採集　体長　27mm
4．1959年8月26日採集　体長　44mm
5．1960年4月10日採集　体長　56mm
石狩古川ワカサギの成長（上より）

石狩古川産ワカサギ魚群の生態研究

3. 生殖巣並に孕卵数ついて

伊藤小四郎（北海道立水産孵化場）
委嘱 岡田 雋（北海道大学農学部）

Ecological Studies of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Ishikari-Furukawa.

3. On the gonads and the number of mature ovarian eggs.

Koshiro Ito
(Hokkaido Fish Hatchery)
Shun Okada
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

ま え が き

ワカサギ*Hypomesus olidus* (Pallas) の生殖巣及び孕卵数については山本 (1948)[5)6)]が本邦及び朝鮮各地のものについての報告があるが，ここでは石狩古川のワカサギの生殖巣及び孕卵数について二，三の知見が得られたので報告する。

本文に先立ち種々御援助を賜つた北海道立水産孵化場調査課長江口弘氏，札幌市字茨戸忠海可之氏に対し深甚の謝意を表する。

材 料 及 び 方 法

この調査に用いた材料は生殖巣の発育過程を調べるために，1958年に発生したワカサギについて同年8月26日に5尾，10月18日に20尾を，更に産卵期の卵巣の大きさ及び孕卵数を知るため1959年4月4日に35尾，1960年4月10日に13尾それぞれ採集し約10%ホルマリン液で固定した。測定は体長（吻端より尾柄脊椎骨末端まで），体重を計測，更に背開きにして卵巣を摘出，ガーゼで水分を充分に除去し，その長さを計ると共に感度0.05瓦平秤で全卵量を秤量の後，卵数を数えた。尚その中10尾については1grの卵粒を秤量してその卵数を数え，この値から卵巣重量に乗じて全卵数を算出した。又年令はウロコによつて査定した。

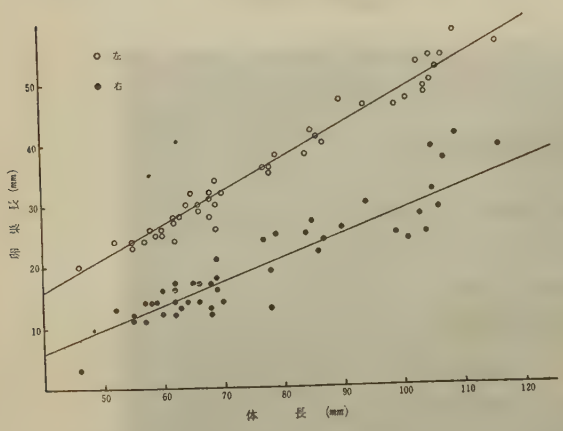
生 殖 巣

当才魚の生殖巣について8月26日採集した体長32～48mm（平均41.8mm），体重0.3～1.2gr（平均0.75gr）の魚の生殖巣の色彩は水色で左側は肉眼で容易に確認できるが，右側はその形が小さいため余程注意をしないとわからない。しかしこの頃から雌雄が解剖顕微鏡（10倍）にて充分識別できる。そして10月18日採集の標本の生殖巣は肉眼でも性別が明らかに識別できるようになり，特に卵巣は黄色或は淡橙色を帯び産卵時のそれと殆んど同様な色彩を呈するようになることが知られた。又精巣も白色を呈する。それぞれの大きさは卵巣では左側は体

長の22.5%，右側は12.6%，左側に対する右側の大いさの割合は56.1%，精巣では左側26.4%，右側17.2%，そして左側に対する右側の大いさの割合は65.3%で，この頃になると左右の相違は明瞭となる。又雌雄の体重に対する生殖巣重量はそれぞれ3.35%，5.15%で，精巣が卵巣よりもやや大きい値を示した。

次いで4月4日及び4月10日に観察した成熟魚の産卵直前の卵巣については，その卵粒は膨大しそして大いさもほぼ均一となり，卵径は約1mmに達する。従つて生殖巣の長さ，重さも増大し，卵巣長と体長との比，卵巣長/体長は左側37.7～53.2%，平均46.8%，右側16.7～34.6%，平均25.8%，（例外として6.5%のものがあつた）を示し，又右側の長さは左側の長さの36.1～75.5%平均55.6%（例外として15.0%のものがあつた）であることが知れた。

第 1 図　　体長と卵巣長との関係



卵巣長と体長との関係は第1図に示された通り両者の間には比例的な関係があることが知られる。その関係について直線式を求めるならば次の通りである。

左側　$O.L = 0.5511\,L - 6.4345$

右側　$O.L = 0.3807\,L - 9.3117$

但し　L：体長（mm）

O.L：卵巣長（mm）

卵巣重量は体重の10.4～33.2%，平均23.1%を占め，前年秋（10月18日）の体重に対する卵巣重量は約7倍に達した。又両卵巣の重量差

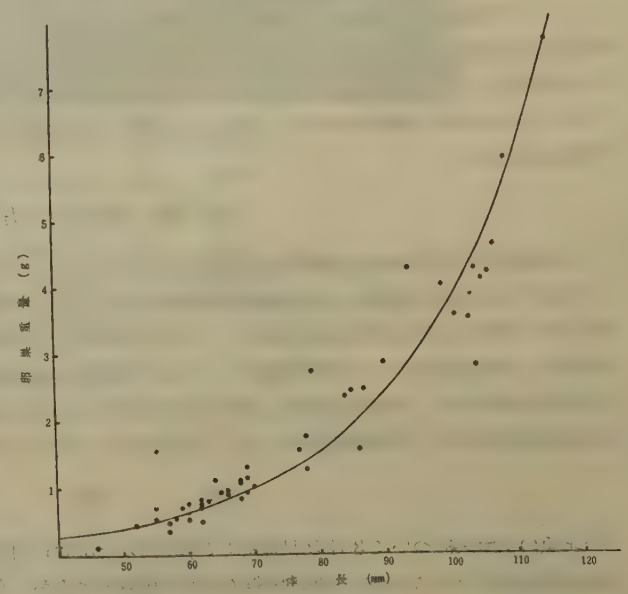
$$\left(\frac{\text{左卵巣重量} - \text{右卵巣重量}}{\text{全卵巣重量}} \times 100\right)$$

は58.6～92.8%，平均79.2%を示し両卵巣の間には著しい相違が認められる。体長と卵巣重量との関係は第2図に示される通り曲線で表わされ，その関係式を求めるならば，

$O.W = L^{0.001929} - 0.035253$

但し　O.W：卵巣重量(gr)

第 2 図　　体長と卵巣重量の関係



尚産卵期の精巣については特に計測は行なわなかつたが長さ，重さ共に左精巣が右精巣に比べて大である。

孕卵数の計測方法の比較

ワカサギの孕卵数の計測方法については田本（1948）[4]が重量法と容量法を用いて実測値との比較検討を行なつているが，その結果は重量法では−7.6～29.5%，容量法では6.3～23.3%の誤差範囲が示された。このように測定値の精度が劣れば計測の目的は達せられないので，ここに再び実測値と重量法との比較検討を行なつた。

方法としては卵巣内より1grを秤量してその卵数を計測し，全卵巣重量より全卵数を計算した。又一方全卵数を計数実測した。

重量による計算値と実測値は第1表の通りである。その重量による計測値の誤差範囲は−2.24～+3.62%，平均差+1.67%を示し，実測値よりも値が大きく示された。しかしその誤差範囲は4%以内にとどまることから一定重量の抽出による卵巣計算方法はその単位の選び方によつて充分ワカサギの卵数推算にも適用し得ることが知られる。

第 1 表　　実測法と重量法による孕卵数の比較

測定番号	体長(mm)	体　重(gr)	卵巣重量(gr)	1gr中の卵数（粒）	孕卵数（粒） 実測法	孕卵数（粒） 重量法	実測法との比較 卵数(粒)	実測法との比較 比率(%)
1	116	25.7	7.66	4.703	35.121	36.025	904	2.57
2	109	21.7	5.89	3.132	18.870	18.447	−423	−2.24
3	105.5	16.9	4.11	3.882	15.348	15.955	607	3.96
4	104	16.35	4.24	3.277	13.751	13.894	143	1.04
5	87	9.5	2.46	3.942	9.537	9.697	160	1.68
6	85	9·0	2.43	3.712	8.925	9.020	95	1.06
7	84	9.75	2.36	6.264	14.266	14.783	517	3.62

註　採集年月日　59.4.4

孕　　卵　　数

孕卵数においても前述の卵巣の大きさ，重量において示された如く左右不相称で右側よりも左側がより多い。その比率 $\frac{\text{左側孕卵数}-\text{右側孕卵数}}{\text{全孕卵数}} \times 100$ は79.0%で卵巣重量のそれとほぼ一致する。そして体長と孕卵数との関係は第3図に示した通り，体長に比例して曲線的な増加傾向が示された。その関係式は次の通りである。

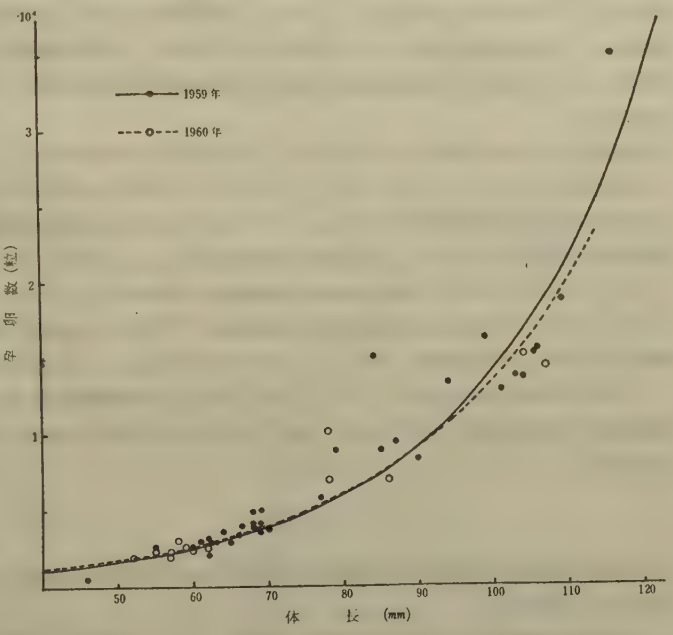
1959年　$N = L^{0.01878} + 2.2755$

1960年　$N = L^{0.01721} + 2.4097$

計　　$N = L^{0.01835} + 2.3296$

但し　N：孕卵数（粒）

第 3 図　　体長と孕卵数の関係



以上，両年の体長と孕卵数との曲線回帰の関係から，その傾斜の重なり合いを検討した処第3図に示したように両者の重なりはほぼ一致した。

ワカサギは孵化後満1年を経て成熟産卵するが，稀に成長の悪い個体は抱卵するに至らないことが報告されている（佐藤1950）。[4] 石狩古川のワカサギの産卵群の年令は主として1年魚であるが，2年魚，3年魚も常に若干みられる。そして各年群の平均孕卵数は第2表の通りである。即ち1年魚（平均体長62.0mm）では3,079粒，2年魚(平均体長94.1mm)では12.208粒，3年魚は1尾のみであつたが体長116mmで35,121粒である。このたびの調査で生物学的最小形として出現した個体は，体長46.0mm（全長55.5mm），体重1.15gr，卵巣重量0.12grでその孕卵数は480粒（左卵巣467粒，右卵巣13粒）であつた。又最大形としては前述で示した3年魚で体長116.0mm，体重25.7gr，卵巣重量7.66gr，孕卵数35,121粒（左卵巣30,207粒，右卵巣4,914粒）である。

第 2 表　　年 令 と 孕 卵 数

年　令	調査数	平均体長（mm）	孕卵数（粒） 変化範囲	平均値	信頼限界の範囲
1	26	62.0	480～ 4,991	3,079	2,677≦m≦ 3,481
2	20	94.1	5,780～16,376	12,208	10,488≦m≦13.928
3	1	116.0	35,121	35,121	35,121

危険率　5％

考　　察

ワカサギの生殖巣が形成されるのは可成り早く行なわれるものと考えられ，筆者等が観察を行なつた８月26日には明らかに雌雄が識別された。10月18日における生殖巣の色彩は既に産卵期のそれを呈したが体重に対する卵巣重量は平均して3.35％で産卵期の平均23.1％に比べ約1/7に過ぎない，従つてこの頃より産卵期に至る間に卵巣の発達が急速に行なわれるものと推察された。

ワカサギ生殖巣の左右不相称については，８月26日観察の体長32～48mmの標本では既に生殖巣は左側が右側よりも大きく示された。そしてこの左右不相称は生殖巣の左右の発達の度合にもとずくものと考えられ，生殖巣の形成と同時に相違が顕著に表われることが明らかにされた。今回行なつた石狩古川のワカサギの産卵期の卵巣の左右重量差並に孕卵数の差はそれぞれ58.6～92.8％（平均79.2％）68.2～94.6％（平均79.0％）で山本（1948）の計測した値33.4～57.0％（平均64.8％），59.0～85.2％（平均73.8％）より若干大きく示された。

孕卵数を調べる場合は実数を求めることが望ましい。しかし卵数が多量の場合或は標本数を多とする時には簡便な方法として重量法や容量法が用いられている。ワカサギの孕卵数の計測方法について山本（1948）は実測値に対して前記の重量法並に容量法とによりその比較検討を行ない，その誤差範囲の大きいことを報告した。今回重量法により抽出卵量を増倍してその算定を行なつた処，その誤差範囲は－2.24～3.62％でやや満足し得る結果を得た。従つて重量法で孕卵数を求める場合には抽出卵量を適宜増減して誤差範囲を最小にとどめるよう考慮すべきである。

孕卵数は多くの場合種類によつて異なり，又同一種内では体長の大いさ，年令，棲息密度，環境条件などによつて異なるとされている（久保・吉原）[3]。1959年並に1960年の古川のワカサギの孕卵数を計測したが，その体長と孕卵数の関係は指数函数的な関係にあつた。山本(1948)も本邦及び朝鮮各地のものについて調査し，その結果は筆者等の場合とほぼ一致し，その関係は曲線的であることを報告している。

しかしワカサギ科のチカ *Hypomesus japonicus* (Brevoort)，シシヤモ *Spirinchvs lanceolatus* (Hikita) 並に，キユウリウオ *Osmerus dentex* Steindachner の３種とその体長と孕卵数との関係を比較するならば何れも直線式で示され（伊藤 1957[1]，'59[2]），キユウリウオ未発表），ワカサギとは著しく相違する。

ワカサギの生物学的最小形としては，山本（1948）が朝鮮鎮海養魚場（調査尾数３尾）の全長46～47mm，孕卵数 407～532粒が報告されているが，本邦ではこの度の全長 55.5mm，孕卵数480粒が今まで報告された内での最小形であろう。

摘　　要

1959年及び1960年石狩古川の産卵群（産卵前）と成長過程の当才魚のワカサギについて，その生殖巣及び孕卵数について考察した。

1．当才魚の生殖巣は８月下旬では雌雄が明瞭となり，10月中旬には卵巣は淡橙色或は黄色，精巣は白色を呈し産卵前のそれと同じくなる。

2．当才魚の10月中旬の卵巣の長さは体長の22.5％（左側），12.6％（右側），精巣は同じく26.4％，17.2％で左右の相違が明らかとなる。

3．産卵期の卵巣の大きさは，体長の37.7～53.2％，平均 46.8％（左側），16.7～34.6％，平均 25.8％（右側）で体長と左右卵巣長との間には比例的な関係がある。

4．産卵期の卵巣重量は体重の10.4～33.2%(平均23.1%)を占め，両卵巣の重量差は58.6～92.8%(平均79.2%)を示し，又体長と卵巣重量との間には比例的な関係があり，体長の増加にともない卵巣重量も増加することが知れた。又孕卵数は体成長に伴いその数はより増加し指数函数的な関係を示す。

5．年令別の平均孕卵数は1年魚3,079粒，2年魚12,208粒，3年魚35,121粒で，生物学的最小形として体長46.0 mm，体重1,15gr，孕卵数480粒が示された。

6．孕卵数を重量法で計測する場合には抽出量を考慮に入れて算定することが望ましく，この度の誤差範囲は，−2.24～+3.62%であつた。

文　　献

1）伊藤小四郎（1957）：チカの生態調査　2．生殖巣及び孕卵数について　水産孵化場研究報告12号

2）伊藤小四郎（1958）：柳葉魚（シシヤモ）の生殖巣並びに孕卵数について　魚類学雑誌　7巻　2/3/4号

3）久保伊津男・吉原友吉（1957）：水産資源学　共立出版株式会社

4）佐藤隆平（1950）：青森県小川原沼の水産開発調査　第1報　ワカサギの産卵習性と其の保護　青森県水産資源調査報告　1巻

5）山本孝治（1948）：ワカサギの抱卵数の計測方法の比較並びに生殖腺の左右不相称について　生物　3巻

6）山本孝治（1948）：ワカサギの抱卵数について　日本水産学会誌　13巻4号

雨竜人工湖に於けるワカサギの食性について
(予　　報)

長　内　　稔

The Feeding Habits of the Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Uryu reservior. (Preilminary Report).

Minoru OSANAI

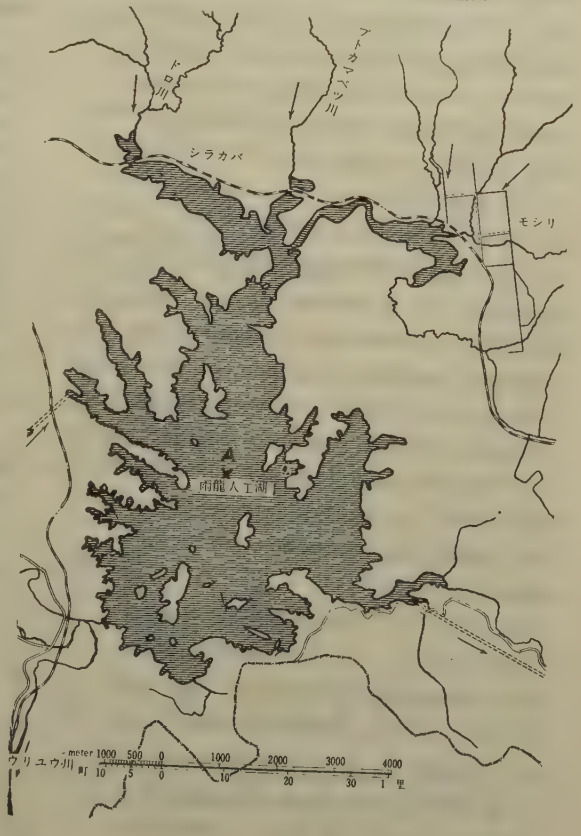
1. 緒　　論

雨龍貯水池は1938年4月着工1942年完成し，1943年末に満水した。満水時の海抜 240 m，水面積23.73 k m²で河谷に入り込だ無数の枝湾が錯綜した人工湖である。これら広大な水面を内水面漁場として活用を図るため当場では 1943～'44，'49 年に網走湖よりワカサギ卵の移殖を行い，1948年には1500万粒の自場採卵をするまでになり，1300万尾の稚魚放流に成功している。現在北母子里駅（深名線）より約4 k m，白樺駅寄りのブトカマベツ川に派上する親魚を対象に採卵孵化放流が行れている。この種以外に本湖は陸封型の桜鱒，鯉，鮒，イトウウグイ，アメマス等が棲息し，朱鞠内淡水漁業協同組合の手により漁業生産が行われている。

筆者は魚類の増殖が一応事業的に成功を得たものと見られている本人工湖で漁業生産の主要魚種となつているワカサギの食性と直接捕食の対象となる動物性ネットプランクトンとの関係について比較検討する機会を得たので観察結果を茲に報告する。

本稿に入る先立ち本研究の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，種々の助言を賜つた同調査課長江口弘氏，北海道さけますふ化場農林技官黒萩尚氏，試料採集並びに標本の蒐集に特段の御配慮を下された朱鞠内淡水漁業協同組合長吉田政吉氏の諸氏に記して感謝の意を表する次第である。

第1図　観測並びにプランクトン採集地点



2. 材料並びに研究方法

本研究は1960年8月4日に採集したネットプ

ランクトンと同年同月5日に抄網で捕獲されたワカサギ標本の胃内容物との関連性について比較検討した。

第1図のA点でプランクトン，水色，水温，透明度及びPHを垂直的に観測した。水温はエクマン顚倒寒暖計により，PHはエクマン顚倒採水器で採水のものについて，透明度は直径 30cm の白色盤によつた。これらの結果は第1表に示した。プランクトンの採集及び観察は北原式定量用クローズイングネットで底層より表層までの垂直曳で得たものについて，5％フオルマリン液で固定し，本場実験室に持帰り種の同定並びに個体数の測定を行つた。胃嚢内の餌料生物の観察は5％フオルマリン液で予め固定してあつたものを本場実験室で魚体の計測後胃袋のみ取出し，餌料生物の全数を計数した。計数は種の同定可能な個体のみを対象にし，同定に明瞭を欠く不完全個体については計数から除いた。

第 1 表

観測月日　1960.8.4

深さ (m)	水 温 (°C)	PH
0	21.9	
2	21.9	6.8
6	12.9	6.2
10	8.6	6.2
15	7.2	6.0

透明度　2.4m

水　色　18（フオーレル比色計）

3. 観　察　結　果

本湖に出現する動物プランクトンの種類に関しては，既に元田(1950)，江口・黒萩(1958)，黒萩(1959)によつて知られた種が撓脚類，枝角類，輪虫類合せて28種で，8月の採集で知られた種は撓脚類4種（*Mesocyclops leuckarti, M. hyalinus, Limnoncaea genuina, Cyclops vicinus*）枝角類6種（*Bosmina coregoni, Bosminopis deitersi, Holopedium gibberum, Ceriodaphnia quadrangular, Alona quadrangularis, Chydorus spericus*）輪虫類9種（*Trichocerca cylindrica, Asplanchina priodonta, Keratella quadrata, Pedalion oxyure, Synchaeta stylata, Keratella cochlearis var hispida, Tintinnidium fluviatile, Conochiloides dossuarius, Filinia longiseta*）の19種が報告されている。筆者の採集プランクトンの観察結果では第2表の撓脚類3種，枝角類6種，輪虫類3種の計13種が同定された。体長5.1～8.0 cm のワカサギに捕食された種は第3表の撓脚類3種，枝角類6種，輪虫類3種と底棲生物，昆虫，珪藻類，ハゼの幼魚であつた。

ネット採集で得たプランクトンの個体数及び種の組成は第4表で湖中の優生種として最も多く出現した種は *Holopedium gibberum* で48.09％を占め，次いで *Bosmina coregoni* の26.68％であつた。*Bosminopis, Ceriodaphnia, Mesocyclops*, Nauplius of Copepoda は3～4％と少なかつた。この頃のワカサギに捕食にされた種類は第5表に示した通りで底棲生物，昆虫，ハゼの幼魚を除いた餌種の組成は，*Bosmina coregoni* が96.65％と多く，次いで *Keratella, Bosminopis, Ceriodaphnia* の順で *Holopedium* は0.20％と少い。

次にプランクトン以外の底棲生物，昆虫，ハゼ幼魚の合計数とプランクトン種の合計数との比率は0.46％と前者の捕食は少い。一般に本湖の8月のワカサギは *Bosmina coregoni* を主要種として捕食する。ネット採集で得たプランクトン優生種が必ずしもワカサギの主要餌料として食われることがなく寧ろ相反した傾向が見ら

第 2 表　湖内に出現したプランクトン種名

1 *Bosmina coregoni* Baird
2 *Bosminopis deitersi* Richard
3 *Holopedium gibberum* Zaddach
4 *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Müll.)
5 *Alona* sp.
6 *Chydorus sphaericus* (O.F.Müller)
7 *Cyclops vicinus* Uljanin
8 *Mesocyclops leuckarti* Claus
9 Nauplius of Copepoda
10 *Keratella* sp.
11 *Asplanchna priodonta* Gosse
12 *Asplanchna herriki* DE Guhrne
13 *Polyarthera trigla* Ehr.

第 3 表　ワカサギ餌料として認められた種

1 *Bosmina coregoni* Baird
2 *Bosminopis deitersi* Richard
3 *Holopedium gibberum* Zaddach
4 *Ceriodaphnia quadrangula* (O.F.Müll.)
5 *Alona* sp.
6 *Chydorus sphaerjcus* (O.F.Müller)
7 *Cyclops vicinus* Uljanin
8 *Mesocyclops leuckarti* Claus
9 Nauplius of Copepoda
10 *Keratella* sp.
11 *Polyarthera trigla* Ehr.
12 *Asplanchna* sp.　13 *Diatom*
14 底棲生物　15 昆　虫
16 ハゼの幼魚　17 輪虫類（種不名）

れる。そして，標本魚内の只一尾が珪藻類を極く少量捕食する例が見られた。これらの観察資料は附表に示した。

4. 考　　察

以上の観察結果より8月の本湖ワカサギは枝角類の *Bosmina coregoni* を主餌料とした動物性のプランクトンで少量の底棲生物及び昆虫，ハゼの幼魚を捕食することを已に述べた。既に報告されているワカサギの食性に関する研究で植物プランクトンガワカサギに捕食されている例は極めて少い。富田（未発表）の阿寒湖の8月末の体長5.8～9.2cm のカワサギが藍藻の *Nostoc* を多量に摂取し，又少数のワカサギが珪藻類を多量に摂取すること，宮内(1935)の霞ケ浦の研究で珪藻類が少量摂取されると述べ，

山口(1953)は八郎潟のワカサギが珪藻の *Melosira* sp. 及び藍藻の *Anabaena circularis* を捕食することを報じているほかは植物プランクトンの捕食されることは少い。一般に動物性プランクトンが主餌料となつている。即ち石田(1949）は網走湖の幼成魚のワカサギの主餌料はイサザアミ，甲殻類プランクトン，双翅類幼生を主とした底棲生物及びシラウオで，甲殻類プランクトンの水平或は垂直分布とワカサギ遊泳層との関係のみでは説明できないとし，摂餌には或る種の指向性が働くのではないかと述べている。佐藤（1954）の小川原沼のワカサギ稚魚期は単細胞藻類及び輪虫類の *Keratella* 及び *Polyarthera* を捕食し成長するつれて撓脚類のイウプリアス幼生 *Bosmina coregoni*, *Sinocalanus tenelus* と順に混合捕食し全長39mm以上の魚は選択的に動物性プランクトンを捕食すると述べている。長内（1956）は阿寒湖の9.10月のワカサギの主餌料は動物性プランクトンで採集プランクトン組成とワカサギ摂餌プランクトン組成とは相反した傾向を示し，摂餌は相当の選択性を持つことが考えられると述べている。本研究に於いて雨龍人工湖のワカサギは動物性プランクトンを主餌料とする少量の底棲生物，昆虫であるが，観察結果で述べた様にワカサギは興味ある状態で捕食している。即り8月のネット採集プランクトンの優生種は *Holopedium* 48.09% 次いで *Bosmina*, 輪虫類となつ

第4表　ネット採集プランクトン出現種数並びに組成

プランクトン種名	個体数	組成割合
Holopedium gibberum	164	48.09
Bosmina coregoni	95	26.68
Bosminopis deitersi	13	3.81
Ceriodaphnia quadrangula	15	4.39
Alona sp.	r	—
Chydorus sphaericus	r	—
Cyclops vicinus	r	1.45
Mesocyclops leuckarti	18	5.27
Nauplius of Copepoda	15	4.39
Asplanchna sp.	10	2.90
Keratella sp.	6	1.75
Polyarthera trigla	r	—
計	341	—

（註）　表は試料に水を加えて 200cc とし，稀釈されたものから10/200ccを抽出した結果を表示したのである。

第5表　胃嚢内摂餌数並びに組成

摂餌種名	個体数	%
Bosmina coregoni	12,510	96.65
Bosminopis deitersi	103	0.46
Alona sp.	22	0.09
Chydorus spericus	10	—
Holopedium gibberum	45	0.20
Ceriodaphnia quadrangula	75	0.32
Copepodid Copepoda	297	1.33
Nauplius of Copepoda	16	0.07
Keratella sp.	127	0.87
Polyarthere trigla	4	—
Asplanchna sp.	9	—
輪虫類（種不明）	20	0.08
珪藻類	18	0.08
計	22.254	—
底棲生物	84	—
昆　虫	17	—
ハゼの幼魚	3	—
計	104	—
プランクトン数と底棲生物，昆虫，ハゼの幼魚数との間の比率	総個体数 22,358	0.46

（註）　Copepodid Copepoda は *Mesocyclops leuckarti* と *Cyclops vicinus* を合せたもの。

ていた。然し同期のワカサギ胃嚢内のプラクトン組成（第5表）は *Bosmina* が主餌料の96.65%を占めている。斯様にネット採集プランクトン組成と摂餌プランクトン組成とは必ずしも一致しない。猶個々のワカサギ魚についても単一種を殆んど純粋に摂取するもの，摂餌種の比較的大型なものを捕食した魚は他種の混食が少いと言う傾向が見られる。これらの現象が，如何なる理由で起つたのであろうか，以下検討して見たいと思う。

本研究に於いてなされた湖水中のプランクトンの観察が単なる垂直採集で湖水中の垂直或いは水平分布状態を観察していないのであるが，元田・石田（1949）は網走湖の垂直分布を研究し，一般に *Bosmina* は変水層全般に存在し，*Sinocalanus* は表面を除く表変水層に分布し，屢々変水層に密集すると述べている。従つてワカサギの索餌層が一定であり且つ薄いならば，その層のプランクトンのみを単に捕食することになる。仮りにプランクトンの集群性が水平或は垂直的に起り得るとしても，それがワカサギ遊泳区域全般に亘る広大な地域に一種類のみのプランクトンしか存在しないと言うことは考えられない。併しワカサギの捕食にさいしこの様な現象の起るのはワカサギが集群のプランクトンのみを摂取し，集群以外のプランクトンを摂取しないとするのと，嗜好的に集群のプランクトンを捕食するかの何れかであろうと考えられる。又，底棲生物，昆虫等の比較的大型のものを主として捕食するものもあるが，ワカサギ自体の食性は動物性プランクトンであるが，遊泳区域とプランクトン集群域が一致しないことにより，たまたま捕食されたのではないかと考える。この様にワカサギが全てのプランクトンを均等に摂取するのではないことが考えられ，捕食にさいして嗜好的に餌種を選択する性質が働くことが考えられる。このことについては，現在充分な検討を加える資料に欠いているので，後日の再検討に待ちたい。

5. 要　　約

1. 本研究は雨龍人工湖で1960年8月4日に採集したネットプランクトンと同年同月5日に抄網で捕獲されたワカサギ標本の胃内容物の試料について比較検討を加えた。
2. ワカサギ餌料として認められたものは動物性プランクトンの枝角類，撓脚類，輪虫類と少数の底棲生物，昆虫等で主餌料は *Bosmina coregoni* であつた。この頃の湖内プランクトン優生種は *Holopedium gibberum* 次いで *Bosmina coregoni* で他種の出現は少い。
3. ワカサギの捕食傾向はネット採集の優生種と必ずしも一致せず，餌種を嗜好的に選択捕食する傾向が見られた。

参　考　文　献

宮内武雄：1935　ワカサギ天然餌料に関する研究　日・水・誌 3・(5)
石田昭夫：1949　網走湖に於けるワカサギの食性に関する研究　水・孵・試・報 4
元田茂・石田昭夫：1949　網走湖の研究特にプランクトン相に就いて　水・孵・試・報 4
元田茂：1950　北海道雨龍貯水池の予察調査　陸水・雑 15
佐藤隆平：1954　ワカサギの漁業生物学　水産増殖叢書 No. 5
長内稔：1956　阿寒湖ワカサギの甲殻類餌料プランクトンの季節的変化　水・孵・試・報 11
江口弘・黒萩尚：1958　最近に於ける北海道雨龍人工湖の湖沼条件について（Ⅰ）　水・孵・研・報 13
黒萩尚：1959　最近に於ける北海道雨龍人工湖の湖沼条件について（Ⅱ）　水・孵・研・報 14

附表　ワカサギ胃嚢内観察結果

個体番号	Bos.	Bos-mi.	Alona.	Chy.	Cerio.	Holo.	Cope.	Cope. Nau.	Kera.	Po-ly.	Asp.	輪虫(種不明)	珪藻類	底棲生物	昆虫	ハゼの幼魚	体長 (cm)	体重 (gr)
1	150	—	—	—	11	14	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	6.58	2.36
2	125	9	—	—	1	2	1	3	2	2	—	2	—	1	—	—	5.17	1.6
3	26	1	—	—	6	2	—	3	—	—	—	8	—	1	—	—	5.86	1.7
4	159	—	—	—	2	—	6	2	3	1	—	—	—	1	—	—	5.87	1.7
5	4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.89	1.6
6	11	—	—	—	2	1	—	1	2	—	—	—	—	1	—	—	6.17	1.95
7	723	27	—	—	3	2	41	4	10	—	3	—	—	1	—	—	6.85	2.5
8	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.88	1.55
9	12	—	—	—	—	—	45	3	8	1	—	—	—	3	1	—	5.95	1.75
10	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.14	1.9
11	4,504	—	—	—	3	—	3	—	2	—	1	1	—	—	—	—	6.67	2.5
12	11	1	—	—	—	—	54	—	6	—	1	—	—	3	—	—	6.1	1.82
13	2	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.14	1.86
14	4	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.18	2.0
15	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.48	2.25
16	2,924	20	—	—	2	—	4	—	10	—	3	—	—	1	—	—	6.2	1.9
17	2,960	10	—	—	—	—	—	—	15	—	1	—	—	—	—	—	5.35	1.25
18	33	—	—	—	—	—	8	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.86	1.7
19	8	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.05	1.95
20	2	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—	5.98	1.72
21	36	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	2	—	—	5.78	1.62
22	2,360	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	5.75	1.55
23	14	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.7	1.7
24	136	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	5.87	1.6
25	381	—	3	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.76	1.55
26	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.5	1.4
27	3	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.9	1.72
28	27	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	13	—	—	6.13	1.84
29	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	—	6.8	2.63
30	4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	—	—	6.05	1.7
31	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	8.0	4.05
32	27	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	6.1	2.0
33	11	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5.9	1.85
34	719	8	4	—	11	1	4	—	3	—	—	—	—	2	—	—	6.3	2.35
35	8	1	—	—	1	—	1	—	2	—	—	3	—	2	—	—	5.8	1.65
36	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.1	1.95
37	66	—	1	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	8.0	3.15
38	1,438	5	3	—	3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.7	1.7
39	8	—	—	—	—	—	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.0	1.95
40	33	—	—	—	—	—	3	—	2	—	—	—	—	20	—	—	6.1	1.9
41	1,217	1	2	—	3	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	6.1	2.0
42	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.2	2.15
43	1	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0	2.0
44	2	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.2	1.9

個体番号	Bos.	Bosmi.	Alona.	Chy.	Corio.	Holo.	Cope.	Cope. Nou.	Kere.	poly.	Asp.	輪虫類（種不明）	珪藻類	底棲生物	昆虫	ハゼの幼魚	体長 (cm)	体重 (gr)
45	186	—	2	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.45	1.45
46	116	3	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.4	1.2
47	5	1	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.3	2.27
48	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	3	1	—	6.2	2.05
49	1	—	—	—	—	15	12	—	2	—	—	1	—	1	—	—	6.4	2.3
50	5	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.0	1.9
51	9	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.8	1.75
52	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0	1.85
53	7	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	6.0	1.8
54	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	6.5	2.4
55	926	—	3	3	3	—	—	—	7	—	—	—	18	2	—	—	5.8	1.75
56	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.0	1.87
57	450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.9	1.75
58	3	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.5	1.4
59	6	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	5.8	1.6
60	28	2	—	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.5	1.48
61	4	—	—	1	—	—	5	—	2	—	—	—	—	2	1	—	6.3	2.1
62	35	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5.6	1.55
63	56	—	—	1	—	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.4	2.2
64	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.3	2.15
65	117	1	—	3	4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.8	1.7
66	2	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.1	1.9
67	11	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.9	1.7
68	40	—	—	—	4	2	7	—	1	—	—	—	—	1	—	—	5.8	1.65
69	10	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	7.2	2.05
70	2	2	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6.2	2.25
71	79	1	1	1	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5.9	1.58
72	8	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.6	1.45
73	103	1	—	—	4	1	2	—	1	—	—	—	—	1	1	—	5.7	1.55
74	100	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	6.3	2.02
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.85	1.78
76	251	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	5.4	1.4
77	7	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	1	—	—	6.1	2.1
78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.7	1.55
79	4	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.7	1.5
80	14	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.3	2.1
81	31	1	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	5.3	1.27
82	607	5	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.7	1.17
83	11	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	1	—	5.8	1.65
84	83	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.8	1.55
85	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5.95	1.9
86	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	.2	2.05
87	7	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.1	1.7
計	21,510	103	22	10	73	45	297	16	127	4	9	20	18	84	17	3	平均	平均
																	6.03	1.86

表中に用いた餌料生物種名の略語　Bos; *Bosmina coregoni*, Bosmi, *Bosminopis deitersi*, *Alona*; *Alona* sp., Chy; *Chydorus sphaericus*, Cerio; *Ceriodaphnia quadrangular*, Holo; *Holopedium gibberum*, Cope; Copepodid Copepoda, Cope Nau.; Nauplius of Copepoda, Kera; *Keratella* sp., Poly; *Polyarthera* trigla, Asp;*Asplanchna* sp.,

桂沢人工湖のワカサギ生態調査（第2報）

寺　尾　俊　郎（北海道立水産孵化場）
今　井　　煇（三笠市役所）

Ecological Survey of Pond Smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Katsurazawa Reservoir (2).

Toshiro TERAO and Akira IMAI

Ⅰ　諸　　言

桂沢人工湖にワカサギを洞爺湖より移殖孵化放流して漁業生産を揚げて本年で二年目となり，本年もすでに5月に同じく洞爺湖より8,000万粒のワカサギ卵を移殖放流した。著者（1959）等は1959年の桂沢人工湖のワカサギについて二，三の点について報告したが，更に引続いて1960年の同湖内のワカサギの成長度及び漁業生産状況，加えて，同湖内のワカサギの再生産量を規制する産卵群の体重，体長と孕卵数との関係及びウグイによるワカサギ食害捕食状態等を調査したので前年と対照しながら比較検討し，今後の桂沢人工湖内の生産力推定のための資料とするため取纏めたので，ここに報告参考に供したい。

本文に入るに当り本調査の機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，三笠市役所津元孝氏終始御指導助言を与えられた調査課長江口弘氏の方々に深謝の意を表する。

Ⅱ　供試魚の測定観察

測定調査のため採集された標本は3回にとどまつたが，その結果は第1表の通りである。採集した標本は現場に於て10%ホルマリン液に浸漬固定後，実験室に持ち帰り測定調査した。測定方法はすべて著者（1959）が採用した方法と全く同じである。体重及び生殖巣重量の秤量には石田式自働天秤装置（感度0.05gr）を使用して行つた。なお本文中の年魚の呼称には春期湖水の解氷期を境として数え年令とした。

第1表　標本の採集結果

採集年月日	標本数	採集漁具	統数	採集地点
1960•5•10	238	小定置網	4	ダムと盤ノ沢との中間点（第1図A点） 盤ノ沢と菊面沢との中間点（第1図B点） 菊面沢と芦ノ谷地沢中間点（第1図C点） 熊沢追沢ダムとの中間点（第1図D点）
1960•6•10	184	小定置網	1	盤ノ沢と菊面沢との中間点（第1図B点）
1960•7•26	74	小定置網	4	盤ノ沢と菊面沢との中間点（第1図B点）

第1図　桂沢人工湖ワカサギ採集地点及び移殖孵化盆設置

1．成　長　度

(1)　体長及び体重組成

1960年採集した魚体の体長組成について第2図にそのモードをもつて表わしたが，5月の群では41mm～55mmの

ものと71mm～85mmのものとの二群に，6月では41mm～50mmと66mm～85mmの二群に，7月でも同じく二群に明瞭に分たれ，それぞれの群の分布範囲は小さい。

これらのことは鱗相からしても2年魚と3年魚の各群であることが知られる。前報（1959）で報告した1年魚が本報告では2年魚であり，2年魚が3年魚であることは容易にその体長分布状態から推定される。1960年の体長組成を1959年同湖のものと体長について比較すると2年魚に於て1959年5月及び6月にモード65mm～70mmにあつたのに1960年5月・6月では41mm～45mmで約2.5mmも小さくなつており，7月に於ても同様の結果である。

一方体重組成についてのモードをもつて第3図に示したが，2年魚群と3年魚群とはその分布範囲を明瞭に二分されている。1960年と1959年とで同期に比較すると体長の場合と同じく著しく小さい。2年魚及び3年魚共に体重を減じているが1960年には3年魚に於いてそれが著しかつたが，1959年には2年魚に於て著しかつたが1960年の2年魚は体重及び生殖巣重が小さいため顕著に表われなかつた。又1959年成長の著しく増加した7月中の体重増重量と比較し，1960年は6月より7月迄の体重増加は0.5grにすぎず前年の場合より小さくなつている。これは産卵期のずれが影響しているものと思われる。

第 2 表　1960年桂沢人工湖産ワカサギの体長分布

採集月日	5月10日		6月10日		7月26日	
性別 / 体長cm	♀	♂	♀	♂	♀	♂
3.1～ 3.5	—	—	—	—	—	—
3.6～ 4.0	—	—	—	—	—	—
4.1～ 4.5	28	23	48	42	—	—
4.6～ 5.0	17	13	12	32	—	—
5.1～ 5.5	2	4	—	—	16	13
5.6～ 6.0	—	—	—	—	23	21
6.1～ 6.5	—	—	—	—	—	—
6.6～ 7.0	—	—	—	2	—	—
7.1～ 7.5	14	12	8	12	—	—
7.6～ 8.0	55	52	4	2	1	—
8.1～ 8.5	6	4	2	—	—	—
8.6～ 9.0	—	—	—	—	—	—
9.1～ 9.5	—	—	—	—	—	—
9.6～10.0	—	—	—	—	—	—
計	122	108	74	90	40	34

第 3 表　1960年桂沢人工湖産ワカサギの体重分布

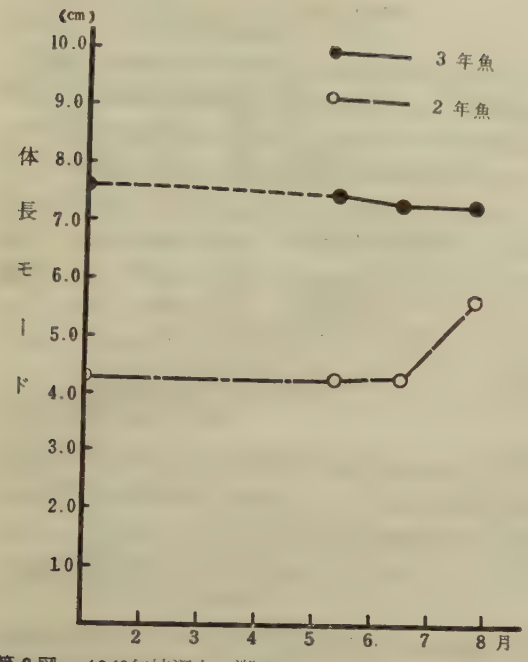
採集年月	5月10日		6月10日		7月26日	
性別 / 体重gr	♀	♂	♀	♂	♀	♂
0 ～6.25	—	—	—	—	—	—
0.26～0.50	—	—	—	—	—	—
0.51～0.75	28	23	37	43	—	—
0.76～1.00	16	11	23	31	—	—
1.01～1.50	3	6	—	—	33	27
1.51～2.00	—	—	—	—	6	7
2.01～2.50	—	—	—	2	—	—
2.51～3.00	—	—	2	2	—	—
3.01～3.50	—	—	8	10	—	—
3.51～4.00	3	1	4	2	1	—
3.01～4.50	16	14	—	—	—	—
4.51～5.00	46	40	—	—	—	—
5.01～5.50	8	11	—	—	—	—
5.51～6.00	2	2	—	—	—	—
6.01～6.50	—	—	—	—	—	—
6.51～7.00	—	—	—	—	—	—
計	122	108	74	90	40	34

(2) 肥　満　度

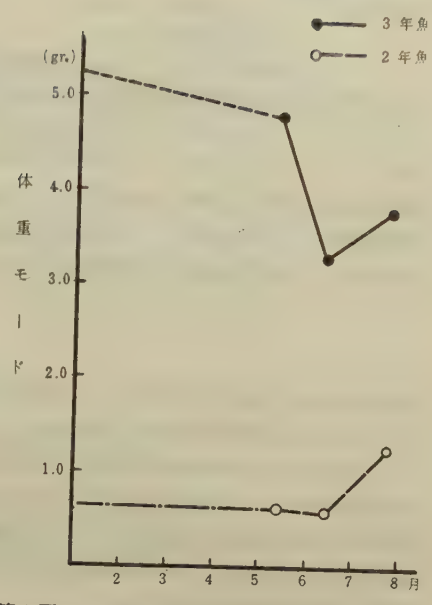
採集した各群毎に肥満度（F）を次式により算出した。

$F = W/L^3 \times 100$　　W：体重（gr），　　L：体長（cm）

その結果は第4表に示した通りである。その各月及び群別の平均肥満度を第4図に示した。



第2図　1960年桂沢人工湖産ワカサギの体長モード

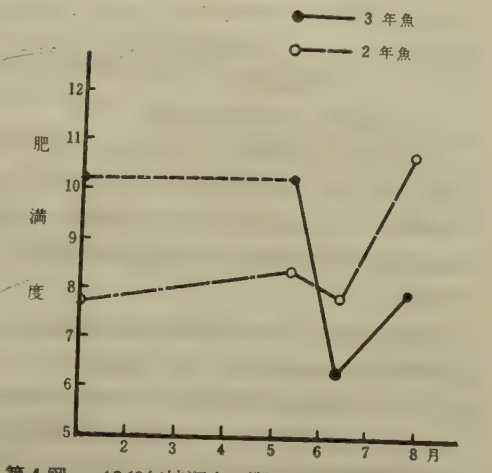


第3図　1960年桂沢人工湖産ワカサギの体重モード

1960年の肥満度を1959年の場合と比較すると産卵期がその肥満度に大きく影響している。即ち産卵後の群は最も小さくなつているが，5月の産卵前の群はいづれも最大に近い値を示しているが，摂餌の盛んな7月以後の群よりはやや小さい。このことは産卵直前のものはある程度摂餌行動の不活発化することと，食性が変ることのためではないかと考えられる。産卵後の肥満度の減少の回復は3年魚より2年魚の方が早いがそれは2年魚に於ける成長が大きいためである。1959年同期と比較して肥満度はほぼ月により変りがない。既産卵期が遅れると多少回復がずれる。

2．　年魚群組成比と性比

1960年桂沢人工湖産ワカサギの年魚群組成比と性比について3回採集した個体について調査した結果は第5表及び第6表に示す通りである。



第4図　1960年桂沢人工湖産ワカサギ肥満度変化

第4表　1960年桂沢人工湖産ワカサギ肥満度（F）

採集年月日	群別	調査尾数	肥満度 平均値	標準偏差	モード	範囲
1960・5・10	2年魚	80	8.42	± 0.751	8.2～8.8	7.0～10.1
	3年魚	132	10.35	± 0.684	9.6～10.0	8.0～11.7
1960・6・10	2年魚	85	7.96	± 0.944	7.7～8.2	5.3～10.7
	3年魚	86	6.38	± 0.503	6.1～6.5	5.3～7.1
1960・7・26	2年魚	74	10.90	± 0.763	10.1～10.3	8.8～12.5
	3年魚	1	8.08		11.1～11.4	

第 5 表　桂沢人工湖産ワカサギの年魚群組成比（1960）

採集年月日	調査尾数	2年魚尾数	3年魚尾数	2年魚率%	3年魚率%
1960•5•10	384	246	138	63.38	36.62
1960•6•10	7,697	7,496	201	97.39	2.62
1960•7•26	74	73	1	98.65	1.35
計	8,155	7,815	440	94.61	5.39

第 6 表　桂沢人工湖産ワカサギの性比（1960）

採集年月日	年魚別	調査尾数	雌尾数	雄尾数	雌100に対する雄の比
1960•5•10	2年魚	87	47	40	80
	3年魚	143	75	68	91
1960•6•10	2年魚	134	60	74	123
	3年魚	30	14	16	114
1960•7•26	2年魚	73	39	34	88
	3年魚	1	1	0	
計		467	236	232	99

湖内4ヶ点4ヶ統の小定置網による漁獲されたものについてしらべたが，7月26日迄に1年魚は漁獲されなかつた。このことは1959年に於ても同様であつた。

2年魚と3年魚の産卵群の比率は3年魚は産卵前の5月では36.62%を占めたものが，産卵後の6月では2.61%と急激に減少し，7月でも更に少い1.35%と漸次減少の一途を辿つている。この産卵後に急に減少する3年魚は湖沼内の適正量の餌料と関係し，体力の回復が困難なために大部分斃死するのではないかとも考えられ，又産卵後湖岸を早く離れてしまうため採集されなかつたのではないかとも考えられるが，しかしこれからの事実を確証するためには更に検討を要する。

性比について雌100に対する雄の比率によつてみると，産卵直前の2年魚で80，3年魚で91であり又産卵後の6月2年魚で123，3年魚114でやや雄が多い。7月の2年魚で88で雌がやや多いが，しかし全体についてみると雌100に対し雄98となり1959年に於てみられた性比1：1の割合を維持されていることがわかる。又時期的にみても，年魚別にみてもほぼこの関係は変りがないと云える。

3．ワカサギの漁獲生産

(1) 移殖孵化放流及び産卵状態

1960年5月10日に洞爺湖より受精卵を8,000万粒孵化盆に附着せしめて移殖し，それらを前年と同じ方法で同じ地点（第1図）に孵化放流した。一方1958年，1959年の2回移殖した魚群による天然産卵も活発に行われたことを確認した。その産卵場所は主に定置網により漁獲した地点（第1図B点）附近であつた。産卵場所の環境は水深2m以浅の湖岸で牧草その他陸上植物が繁茂し水に浸漬した場所で流速50cm/sec以下で，水温は5.0°C～8.0°Cである。

その他桂沢人工湖内には同様の条件の環境は3点あるが群は殆ど見られなかつた。これら産卵環境は1959年の産卵場所である菊面沢上流1kmの地点と異つたことは注目すべきことと思われる。このことは白石他（1953）が人工湖である相模湖に於けるワカサギの産卵環境は湖の上流の注入河川に溯り産卵場を求めていることを述べていることと差を感ずるが，環境要因である流速及び水深等は適正な条件とほぼ一致しているので，人工湖に於ける産卵環境は適正なる要因を有するならば湖内でも充分産卵しうるものと考えられるであろう。

産卵期は1960年桂沢湖では4月26日頃前記B点附近の産卵場にワカサギが多く見られてより5月中旬迄成熟したワカサギが見られ産卵期は4月下旬より5月中旬の期間であつた。このことは1959年の場合と比べ約1カ月間のずれがあり，魚体の成長度の低下と考え合せ注目されるべきことであろう。又産卵期が1ヵ月間遅れることが本年の成長にいかに影響するかは興味あることである。

(2) 1960年桂沢人工湖のワカサギ漁獲高

1960年に於けるワカサギの漁獲高は第7表の通りである。1960年は漁獲高が著しく低かつたため7月より9月迄は休漁した。

桂沢人工湖での4ヶ統の小定置網以外での漁獲は全然ない。5月の漁獲高は515.5kgで年間総生産高の81.37%を占め，1959年同期の4.08倍を占めた。6月は著しく減じ年間生産高の2.37%で1959年同期に比して27%であつた。一方10月も103kgで年間生産高の16.26%にすぎず，1959年には年間の最高を示したが1960年は顕著な生

産高は示さず，1959年同期の39%である。

一方年間全漁獲高は633.5kgで1959年の662.0kgと比べほぼ似た漁獲高を示し，1959年の94%に当る。

このことは1960年の漁獲された魚体の体長，体重等の低い成長と考え合せ尾数の増加が考えられ，今後の湖沼内生産量や魚群密度及び成長度との何らかの関係を暗示させるよう考えられるところである。

(3) 体長及び体重と生殖巣重量及び孕卵数との関係

1960年に於ける桂沢人工湖内の天然産卵量を推定のための要因である雌魚の孕卵数及び雌雄魚の生殖巣重量と体長，体重との関係を調査した。孕卵数の算定方法は実測した体長と生殖巣重量，体長と孕卵数，体重と生殖巣重量，体重と孕卵数との間にはそれぞれ雌雄共により直線的関係が見られるので最小自乗法により，直線式を求めると次のようになつた。

体長と孕卵数

2年魚♀　$N=8.653L-2.44$　　3年魚♀　$N=43.43L-16.74$

体重と孕卵数との関係

2年魚♀　$N=545.56W-6.898$　　3年魚♀　$N=738.78W-12.60$

体長と生殖巣重量との関係

2年魚♀　$G=0.0011L-0.0263$　　3年魚♀　$G=0.0119L-0.0132$

2年魚♂　$G=0.2993L-14.0977$　　3年魚♂　$G=0.0189L-0.1187$

体重と生殖巣重量との関係

2年魚♀　$G=0.1054W+0.0003$　　3年魚♀　$G=0.2016W-0.0102$

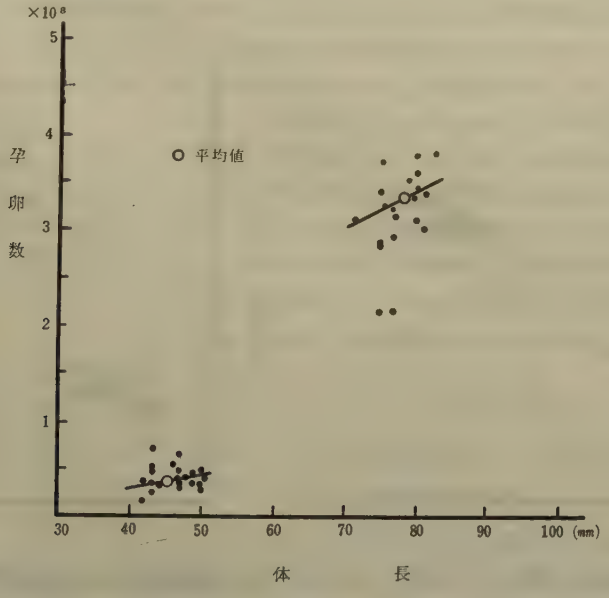
2年魚♂　$G=0.1557W-0.128$　　3年魚♂　$G=0.0337W+1.388$

但し N：孕卵数（粒），　G：生殖巣重量（gr），

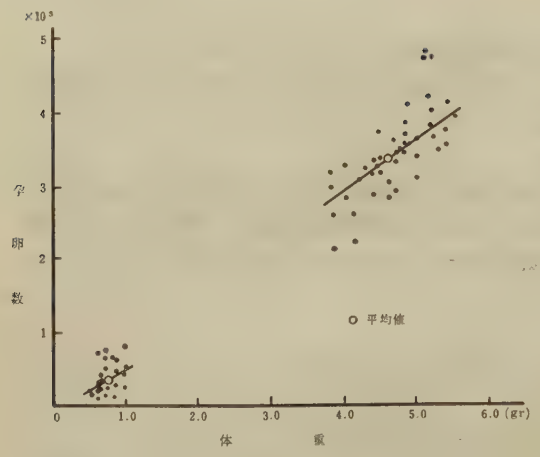
W：体重（gr），　L：体長（mm）.

2年魚及び3年魚の各群の産卵数の推定のために体長及び体重の分布範囲が狭いので2年魚及び3年魚の雌1尾当りの平均孕卵数及び平均生殖巣重量を算出すると第8表の通りである。

その結果からすると1960年5月の桂沢人工湖産ワカサギの産卵群のうち2年魚では体長45.7mm，体重0.725grで孕卵数393粒，卵巣重量0.077grが代表値となり，それより体長10mmの増減に伴い86.5粒，体重1grの増減で545.5粒の孕卵数がそれぞれ増減することが知られる。



第 5 図　1960年5月桂沢人工湖産ワカサギの体長と孕卵数との関係



第 6 図　1960年5月の桂沢人工湖産ワカサギの体重と孕卵数との関係

一方3年魚は雌の体長78.0mm，体重4.58grで孕卵数3371粒，卵巣重量0.91grが群の代表値となり，それより体長 10mmの増減で434.3粒，体重 1 gr の増減で738.8粒の孕卵数が増減する関係となつた。

又1960年成熟して産卵群に加わる生物学的最小型は体長4.5cm前後と見られた。

第 7 表　1960年桂沢人工湖産ワカサギ漁獲高（kg）

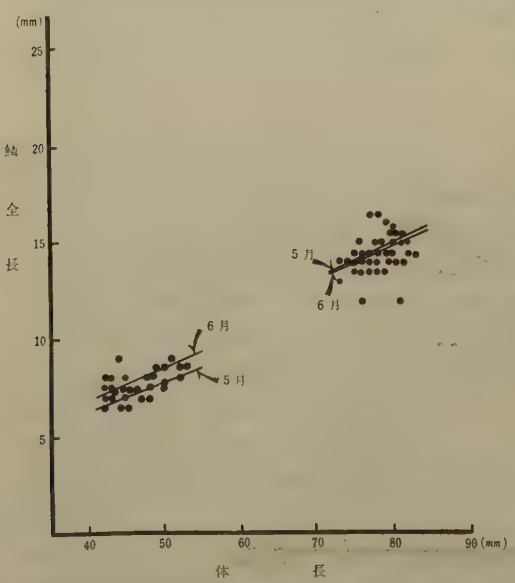
漁獲年月	漁獲高 (kg)	年総漁獲に対する比率 (%)	1959年同期に対する比率 (%)
1960・5	515.5	81.37	408
1960・6	15.0	2.37	27
1960・10	103.0	16.27	39
計	633.5	100.00	94

第 8 表　桂沢人工湖産ワカサギ産卵群の体長，体重，孕卵数，生殖巣重量の各平均値と標準偏差

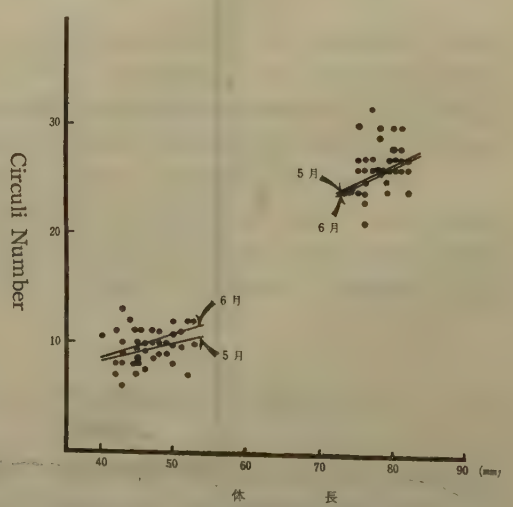
項目＼年魚	2年魚 ♀	2年魚 ♂	3年魚 ♀	3年魚 ♂
体長 (mm)	45.7 ±2.23	47.0 ±2.48	78.0 ±1.95	78.4 ±2.50
体重 (gr)	0.725±0.089	0.90 ±0.14	4.58±0.332	4.73 ±0.320
孕卵数 (粒)	393 ±141.5	—	3371 ±526.7	—
生殖巣重量 (gr)	0.0767±0.0158	0.014±0.0053	0.91±0.131	0.154±0.0234

4．鱗相と体長との関係

鱗の大きさと体長との関係を知るためワカサギ魚体の背鰭基底部直下の側線鱗上の鱗を剝ぎとりプレパラート



第 7 表　1960年桂沢人工湖産ワカサギの体長と鱗全長との関係



第 8 図　1960年桂沢人工湖産ワカサギの体長と circuli 数との関係

にして万能投影器にかけて100倍に拡大して前報（1959）での方法と同じく鱗の全長（S）とcirculi数を計測した。

成長に伴つて体長（L）と鱗の全長（S），体長（L）とcirculi数（C）との間には第7図及び第8図に見られるごとくほぼ直線的関係が見られるので最小自乗法により直線式を，各年魚別及び5月，6月の時期別にそれぞれ求めたその結果は第9表の通りである。

第9表　1960年桂沢人工湖産ワカサギの鱗全長と体長及びcirculi数と体長との各関係直線式
S：鱗全長（mm），C：circuli数，L：体長（mm），

魚鮮 / 採集年月日	2年魚		3年魚	
	体長と鱗全長	体長とcirculi数	体長と鱗全長	体長とcirculi数
1960・5・10	S＝0.162L－0.259	C＝0.195L＋0.269	S＝0.185L＋0.130	C＝0.333L＋0.008
1960・6・10	S＝0.160L＋0.500	C＝0.209L＋0.320	S＝0.187L＋0.04	C＝0.333L－0.240

直線関係式から見られることは産卵直前の5月と産卵直後の6月ではその直線の位置（第7表，第8表）を異にする。

体長40mm～55mmの2年魚では5月より6月で鱗の成長が見られ，産卵前に見られた鱗の外縁部の吸収が止り更に成長したことを示しているのに対し体長70mm～85mmの3年魚では5月より6月に於て鱗の大きさは小さく産卵後も鱗の吸収が行われたことを示している。1959年の鱗全長と体長との関係式S＝0.147＋0.105の式とt検定分析の結果比較した結果有意性は認められなかつた。

5．エゾウグイによるワカサギ食害状況

桂沢人工湖内に棲息する魚種は移殖したワカサギ，ニジマスの他に天然に繁殖しているエゾウグイ Tribolodon hakonensis ezoe OKADA et IKEDA 及びドジョウ類等であるがワカサギを食害するものとしてニジマス及びエゾウグイが考えられる。そのうちエゾウグイはワカサギと共に年間体長5.0cm～30.0cm迄のもの300kg以上漁獲された。それらエゾウグイの胃袋内を調べワカサギの存在を確認した。その結果は第10表の通りであつた。

桂沢人工湖内でワカサギ産卵期直後のワカサギがエゾウグイにより食害されている状況は1960年6月10日では調査尾数102尾中61尾の60%が胃袋中に1尾～2尾のワカサギを捕食していた。この時期にはエゾウグイはワカサギを活発に捕食していることがわかる。このことは白石他（1953）は人工湖相模湖でのウグイとワカサギの産卵環境は非常に似ていることを述べており，又犬飼（1949）は美々川のウグイは産卵期の7月以外は活発に雑魚はじめ昆虫等を摂食すると述べていることなどから推察して桂沢人工湖でのエゾウグイも今回調査した6月のものは完熟に近い生殖巣を有し産卵前の魚体であつたため捕食率は高かつたと思われる。大きな体長15cm～20cmのものが最も多く3年魚のワカサギを捕食していた。

第10表　桂沢人工湖産エゾウグイのワカサギ捕食状況

エゾウグイの体長 cm	胃袋内にワカサギを存するもの			胃袋内に存じないもの
	2年魚	3年魚	計	
0～5.0	—	—	—	13
5.1～10.0	2	—	2	18
10.1～15.0	15	3	18	5
15.1～20.0	7	26	33	3
20.1～25.0	1	4	5	1
25.1～30.0	1	2	3	1
計	26	35	61	41

ワカサギを捕食するエゾウグイの体長の限界は2年魚4.5cmのワカサギを捕するのは体長10cm以上，3年魚の魚体長7.8cmのワカサギを捕食するエゾウグイの体長は20cm以上であることが頻度分布から推定される。

Ⅲ　摘　　要

(1)　北海道三笠市桂沢人工湖に移殖放流したワカサギについて1960年の成長を調査した。

(2)　1959年に比べ産卵期は1960年は5月に及び約1ヶ月の延びが見られた。又1959年同期の体長及び体重，肥満度を比較したが，いづれも悪い値を示した。

(3)　年魚群組成は5月，6月及び7月では1959年1年魚であつたものが2年魚であり，2年魚が3年魚となつ

ているあることは成長度から容易に推定された。

2年魚と3年魚との比率は5月の産卵直前では3年魚は36.62%を占めたが，産卵後著しく減じ，以後漸次減少している。

(4) 性比については1：1が年魚別，時期別に見ても殆んど変らず維持されるようであつた。

(5) 桂沢人工湖内での1960年の主産卵場は1959年の主産卵主群が行つた上流と相違してワカサギの好適産卵場と思われる陸上植物が沈水した湖岸であつた。

(6) 1960年の年間の総漁獲高は魚体の成長は悪かつたにも拘らずほぼ1959年に近い94%に当る漁獲があつた。時期的には5月が年間最高の81.37%を生産した。

(7) 桂沢人工湖の産卵量推定のため体長と生殖巣重量，体長と孕卵数，体重と生殖巣重量，体重と孕卵数とのそれぞれの関係式を表わした。なお平均値で示すと2年魚は体長45.7mm，体重0.725grの雌は393粒の孕卵数をもち，3年魚は体長78mm，体重4.58grの雌で孕卵数3371粒を持つことが代表値として得られた。

(8) 体長（L）と鱗全長（S）及び体長（L）と circuli 数（C）との関係を直線式として表わした。それにより2年魚と3年魚との差異を検討すべくt検定分析したが有意性を認めなかつた。又1959年の魚群について求めたS＝0.147L＋0.1050の式とも有意性は認められなかつた。

(9) ワカサギがエゾウグイにより食害されている状況を1960年6月の産卵前のウグイ102尾の胃袋を調査したところ61尾の60%が胃袋中にワカサギを捕食していた。

ワカサギ2年魚4.5cmの体長のものを捕食するエゾウグイの体長は10.0cm以上で，3年魚7.8cmのワカサギを捕食するウグイの体長は20.0cm以上が限界となつている。

(10) 桂沢人工湖のワカサギの年間生産量は1959年も，1960年もほぼ等しかつたが成長は悪くなつたが，それは湖内の餌料等の環境条件によるのか又は天然産卵量の増大に伴う密度が大となつたためによるのかは今後の調査課題である。

Ⅳ 文　　献

1. 寺尾俊郎・今井輝　1959：桂沢人工湖のワカサギの生態調査（第1報）水産孵化場研究報告　14号 57～64
2. 犬飼哲夫　1949：北海道美々川に於けるウグイの食性　水産孵化場試験報告4巻2号57～61
3. 白石芳一・徳永英松・古田能久・北森良之介　1953：人工湖相模湖の陸水学的研究（1949～1950）淡水区水産研究報告 2巻1号別刷
4. 白石芳一・徳永英松　1959：相模湖に於けるワカサギの産卵環境について　淡水区水産研究報告 8巻1号　別刷
5. 松原喜代松　1955：魚類の形態と検索 I. 石崎書店
6. 久保伊津男・吉原友吉　1959：水産資源学　共立出版社
7. 佐藤隆平　1954：ワカサギの漁業生物学　プリント
8. スネデカー著・畑村又好他訳　1959：統計的方法　上・下　岩波書店版
9. 白石芳一・北森良之介・北森貞栄　1955：諏訪湖産ワカサギの成長並びに鱗に関する研究淡水区研究報告　4巻1号　別刷
10. 古田能久　1956：釣漁獲より見たる相模湖産ワカサギ（Hypomesus olidus）の産卵期に於ける生態学的知見　淡水区水産研究報告　5巻1号　別刷
11. 古田能久　1960：相模湖（人工湖）の一流入河川におけるワカサギの産卵量推定について　淡水区水産研究報告　10巻1号　別刷
12. 加瀬林成夫・中野勇　1958：霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究Ⅲ　茨城県水産振興場調査報告　第3号　1～13
13. 加瀬林成夫・中野勇　1960：霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究Ⅴ　茨城県水産振興場調査研究報告　第5号　別刷
14. 矢口正直・須賀順一　1960：人工採卵によるワカサギの食害について　茨城県水産振興場調査研究報告　第5号　13～18

千歳川産カハシンジユガイの形態と移殖試験

江口　弘（北海道立水産孵化場）
外崎　久（北海道立水産孵化場）

A Planting Experiment and Morphology of the Fresh- Water Pearl Mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.), from Chitose River.

Hiroshi EGUCHI and Hisashi TONOSAKI

カハシンジユガイ *Margaritifera margaritifera* (L.) は長楕円形，中大のカラスガイ類で，殻表には褐色又は黒色の殻皮を被り，多くの輪脈を有している。殻の内面には美麗な真珠光沢を有し，真珠層は空色を呈するが，しばしば樺又は淡紫色を彩ることがある。欧・亜・米を通じて北区に分布し，樺太，北海道より奥羽地方を経て山口県に至り，本州では数地点に分布することが知られている。北海道では水清き山間の溪流を好んで棲息するもので（岡田・木場；1931），広島県太田川上流にも（河本；1934），また国後島の河川にはこれが頗しく棲息する（宮地；1935）ことが知られている。

本種の利用については，樺太では以前に樹皮を剝ぐ小刀の代用として使用されていたというが，本道では壁にねり込んで装飾材料としたり，戦時中は代用醤油の原料になつたり，養鱒餌料に利用されたこともあるが，これらはその一部分の利用にすぎず，多くの河川にはその莫大な資源が未利用のまま放置されている。しかして最近，琵琶湖に於けるイケチヨウガイ *Hyriopsis schlegeli* (MARTENS) の真珠養殖の成功に刺戟され，本道に於ても各種淡水二枚貝による淡水真珠の養殖が極めて有望であるとされ，一部業者によつて企業化されている。

カハシンジユガイから人工真珠を作生しようとするこころみは既に千歳孵化場に於てその昔，故越田徳次郎氏（1904）が試験した結果，円形白色の核を挿入することによつて天然真珠の外容を保たしめる望みがあると報じられたが，本事業の堅実な発展とこれが指導のためには先ずこれら貝類の生態を究明することが必要である。

この意味から筆者等は1957年から1958年に亘り本種の増殖及び挿核試験の一環として，千歳川産のものにつきその形態と人工増殖を行う場合の基礎となる移殖試験（環境の変化及び養魚池使用による地撒の適応性）を行つたので以下その概要を報告する。

なお，現在本邦に於けるこの種の研究業績は極めて少なく，その生態は殆んど不明の状態にあるが，このたび本種の生活環境，食性，生殖現象と Glochidium の発生過程と成長に伴う形態的変異等の基礎問題について，岡田彌・石川嘉郎氏（1959）によりその一部が究明されて発表されている。

稿を草するに先だち，本試験結果を発表する機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，当時材料の採集を願つた千歳支場石川嘉郎技官の各位に対して深甚の謝意を表する。

棲　所

千歳川に於ける本種の棲息は，千歳川の水源である支笏湖にはみられないが，千歳支場より約1km上流の千歳第四発電所より約10km下流に位置する長都沼附近迄である。特に千歳川では孵化場構内附近の棲息が密である。成貝の棲息密度は普通1m²に付き70～80個体で，数個或は20～30個が群団を形成して棲息，局部的には空地のないほど密集している（岡田・石川；1959）。

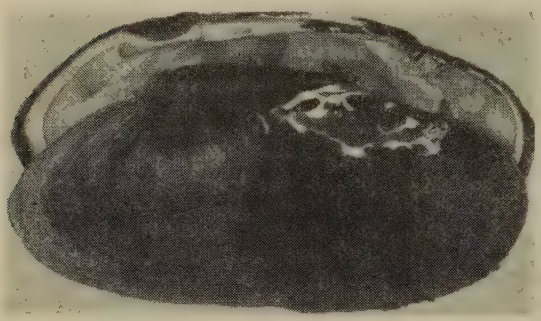
支笏湖の排水を主としている千歳川の河水はあくまで清冽で，水温は夏期には最高 25°C 内外まで上昇することはあるが，普通は15°C内外を示し，厳寒期でも2°Cを下ることはない。流速は大で，棲息場の水質は，pH7.0，

C.O.D. 2.6ppm，全固形物90ppmを示す。河底は礫質で，河岸は泥質或は火山灰のところもあるが，このような場所にも若干の棲息をみる。一般に介殻の大部分を礫の中にかくし，足部は砂泥層に深く入れ，これで体を固定している。

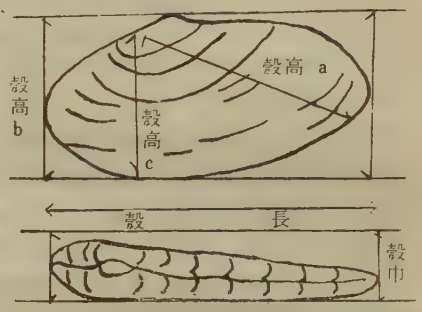
形　　態

供試材料は千歳川（千歳支場構内）で採捕したもので，採集個体は76個である。測定結果を第1表及び巻末別表に示した。また形態を知るために殻長，重量，殻高b（第2図参照）を測定し第2表，第3図に示した。

第1図　カハシンジユガイ殻長9.3cm千歳川産
（岡田篤氏による）



第2図　カハシンジユガイの測定部位
（左殻）



第1表　千歳川産カハシンジユガイの測定結果

カハシンジユガイ	殻長 cm	殻高a cm	殻高b cm	殻高c cm	殻巾 cm	重量 gr
最大	12.7	9.4	7.6	5.4	4.4	146.5
最小	6.3	4.3	3.3	2.9	1.9	23.0
平均	10.11	7.04	4.81	4.41	3.01	94.76

第2表　千歳川産カハシンジユガイの殻長，重量，殻高bの組成

測定部位	個体数	変化範囲 cm	モード	信頼区間	標準偏差
殻長 cm	76	6.3～ 12.7	10.0	$9.818 \leqq x \leqq 10.498$	1.487
重量 gr	76	23.0～190.0	90.0	$87.317 \leqq x \leqq 103.209$	34.78
殻高 cm	76	3.3～ 7.6	5.0	$4.68 \leqq x \leqq 5.024$	0.738

危険率　0.05%

(1)　殻長，重量，殻高

千歳川で採捕したカハシンジユガイの殻長の最小は6.3cm，最大は12.7cmで，10.0cm附近にその Mode があり，平均値は10.16cmである。重量の最小は23.0grで，最大は190.0gr，90.0gr附近にその Mode がある。殻高bの最小は3.3cmで最大は7.6cm，その Mode は5.0cm附近にある。

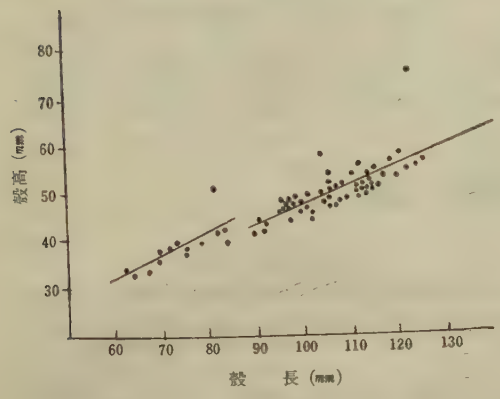
(2)　殻長と殻高との関係

第3図に示した通り，殻長が増加すればそれに比例して殻高も増加している。

関係式を求めると $Y=0.4481X+2.6291$ と $Y=0.5183X+0.0718$

となり，何れも直線であらわされる。但し，Y；殻高b(mm)，X：殻長(mm)。

第3図 殻長と殻高との関係



移　　殖

カハシンジユガイの棲息場所は，前述のように一般に水質のよい清冽な渓流型河川で，このような処に好んで棲息するものであるが，これをこのような場所より更に環境条件の悪い場所に移殖した場合の適応性はどうであろうか，更に養魚池のような区画した池底に地撒し，魚類と混養した場合はどうか，これらの問題は本種の人工増殖を行う場合の基礎となることなので，このことを知る目的で移殖を行つた。

1957年6月6日，千歳支場養魚池（湧水使用）に収容中のもの76個を馬欠に入れ，水草で被覆しオート三輪で本場に輸送した。所要時間1時間30分。本場に到着後直ちに測定して養魚池（2才金魚を飼育中）に地撒し，同年10月30日迄（145日間）飼育を行なつた。

養魚池は1ken×10 ken，側壁コンクリートで，底質は直径3cm程度の玉石と泥土である。玉石はほとんど泥に埋没している状態である。飼育用水は河川水で稍々濁濁し，平水時の水質は，pH 6.8～7.2，C.O.D. 3.2ppm，全固形物 116ppm 程度をボすが，特に降雨に際しては泥土の流入によつて濁濁が甚だしく，池底は透視できなくなるぐらい浮泥が増加する。しかも平地河川水なので夏期の水温は上昇し，冬期は結氷をみる。千歳川のような渓流型とはまつたく対照的な棲息の場となる。この養魚池への注水量は飼育期間中，平均1分間3斗程度とし，水深は 40cm 程度とした。

(1) 飼 育 水 温

1957年6月6日より同年10月30日に至る飼育水温を第3表に示した。飼育期間中の最高水温は24.2°C（8月）にみられ，最低水温は6.0°C（10月）にみられ，平均水温は最高8月の20.8°C，最低10月の10.1°Cであつた。

第3表　養魚池の水温（1957年）

水温°C ＼ 月	6	7	8	9	10
極大値	17.5	22.6	24.2	15.2	13.2
極小値	12.4	17.0	17.4	10.4	6.0
平均値	14.3	19.1	20.8	13.7	10.1
較差	15.1	5.6	6.8	4.8	7.2

A.M. 9.00 観測

(2) 歩 留 り

千歳支場より輸送したカハシンジユガイ76個を本場養魚池に地撒し，上記水温範囲で 145日間の飼育を行なつた後取揚げた結果を第4表に示した。

第4表　養魚池に於けるカハシンジユガイ飼育結果

放養月日	放養数量	飼育日数	取揚数量	取揚率%
32. 6. 6	76	145	70	92.1

$$取揚率=\frac{取揚個数}{放養個数}\times 100$$

死貝はわずかに6個取揚率92.1%の好成績を得た。養魚池は泥土が多く，降雨時には池水が極度に濁濁し，加えて河水のため夏期水温の上昇などの点が懸念されたが，地撒した貝は何れも泥土中に潜入し，わずかに泥土に介殻をあらわし，サイフオンを出して元気に生活していた。養魚池内での移動は不活発で，何れも地撒した地点に集結していたが，2個だけ約2間半程度の移動がみられたにすぎない。このように今回の移殖試験より，カハシンジユガイはその棲息河川よりも，かなり水温，透明度，水質，底質に於て悪条件にある水域に移動しても，それに適応してゆける能力を有し，しかもかかる場所の泥土の多い養魚池での地撒飼育もできることがわかつた。

(3) 成　長　度

殻長6.3cm～12.7cmの成貝76個を前記の通り養魚池に地撒し，礫泥の池底で145日間飼育した結果の成長度を第5表に示した。

第5表　千歳川産カハシンジユガイの成長度（1957年6月～10月）

	殻長 cm		殻高b cm		殻巾 cm		重量 gr	
月別	6月	10月	6月	10月	6月	10月	6月	10月
平均	10.16	10.23	4.86	4.91	3.01	3.02	95.26	97.57
増加率%		0.68		1.0		0.33		2.36

$$\text{増加率} = \frac{(\text{最終測定値}) - (\text{前回測定値})}{\text{最終測定値}} \times 100$$

本試験に於て6月から10月迄（飼育期間平均水温15.6°C）で，殻長では平均0.07cm（増加率0.68%），殻高bでは平均0.05cm（増加率1.0%），殻巾では平均0.01cm（増加率0.33%），重量では2.31gr（増重率2.36%）の成長を示している。即ち本種の成長度は極めて鈍いことがわかつた。

このことについて，岡田・石川（1959）は1957年8月22日，150個体，中形以上（殻長7～13cm）。1957年9月2日，95個体，中形以下（殻長4～6cm）を千歳支場養魚池に地撒し，ほぼ1年間の飼育で，1958年6月1日及び9月12日に測定した結果（6月1日迄の成長はほぼ冬期間の，同日以降9月12日迄の成長はほぼ夏期間の成長とみることができる）は1年間の殻長の成長で0～0.05cmであるが，若い個体は比較的成長がよく老年個体程成長の不良な傾向がみられ，大体殻長5cm内外の個体で0.04cm内外，10cm内外の個体で0.02cm内外の成長とみることができ，また夏期（6月～9月，約3ヵ月間）は，冬期（9月～5月，約9ヵ月間）に比して成長が良好である。以上の結果から大形個体に属する殻長13cmの個体は40～50年，中型に属する8cmの個体は20～30年の年齢となり，欧州産のカハシンジユガイで MENTZEN（1926）は60～80年を寿命とみており，WESENBERG-LUND（1939）は年間成長僅かに0.015cmで，200年生存説もあるが，大形のもので少なくとも60年を生活しているとみている。これらは前述の飼育結果とほぼ一致していると述べている。

琵琶湖産池蝶貝 *Hyriopsis schlegeli*（MARTENS）について中西（1950）は，殻長12～19cmの成貝30個を試験池（滋賀県水試）に放養し，7月～10月迄の飼育（水温は7月平均25.4°C，10月平均18.0°C）で，殻長では平均0.42cm（増加率2.85%），殻高では平均0.12cm（増加率1.40%），殻巾では平均0.09cm（増加率2.33%），重量では平均22.3gr（増重率8.16%）を示し，10月以後冬にかけては益々成長が鈍り，水温の低下に伴い殆んど成長が停止した感があると述べている。

附　記

1941年に筆者はカハシンジユガイ約200個を本場河川式養魚池に移殖したことがある。（当時の用水は清冽で本場では虹鱒を飼育していた。最近は用水がきたなくなり浮泥が多く鱒類の飼育は不可能となり，鯉類に代つている）。しかしこの移殖は失敗に終つた。原因は飼育中に水枯れに会つたためである。元来，用水としている精進川という川については，1923年に本場が千歳より札幌市外中の島の現在位置に移庁を完了した以前より基礎調査が行なわれていた河川で，同河川について筆者の知る区域（石切山～豊平川合流点）に於てはカハシンジユガイの棲息はみられなかつた。石切山より上流地区は不明であるが，この地区は魚類が棲息していないので精進川という名称がつけられたと附近住民より聞いている。ところが1957年11月に至り（本種移殖後16年経過），この移殖した養魚池の排水がたまる大池（600坪）の排水口附近修理のために池水を半分以上落した時に，佐々木与吉技師が排水口附近の泥中より殻長6.0cm内外の殻巾の厚いカハシンジユガイ3個を採集した。当時よく調べてみればまだ棲息していたものと思うが，測定結果より成貝とみられ，形態は千歳川のよりも丸型で殻が厚いものであつた。このカハシンジユガイが16年以前に千歳川よりもつてきたものの子孫であるか，或は上流より入つてきたものであるかは別として，元来清流に棲息する本種が，このような水の濁濁した，泥の深い溜池の泥中に適応して棲息できる事実が認められた。外観による形態の変化は，河川に棲息するものが溜池に自然移殖の形をとつた後の適応性によるものと考えられる。

参考表　本場大池で採捕されたカハシンジユガイの測定結果

No.	殻長 cm	殻高a cm	殻高b cm	殻高c cm	殻巾 cm	重量 gr
1	6.9	5.7	4.2	4.1	3.0	57.5
2	6.5	5.2	3.7	3.6	3.0	44.0
3	5.7	4.5	3.3	3.3	2.9	38.5

1957年11月21日測定

摘　　要

(1) 千歳川に棲息するカハシンジユガイにつき，その形態と移殖試験（本場養魚池地撒）について若干の記述をなした。

(2) 棲息場所は千歳川（千歳支場構内）で，河水はあくまで清冽，礫質の底質の処を棲息の場としている。介殻の前半を礫間に没入し，足部を深く砂泥質の中に伸し，流水に対して体をささえている。

(3) 殻形は長楕円形，成長は良好と思われる。殻長の分布範囲は6.3cm～12.7cmで平均値は10.16cm，殻高のそれは3.3cm～7.6cmで平均値は4.86cm，重量のそれは90.0gr～190.0grで平均値は95.26grである。殻長と殻高との関係はY＝0.4481X＋2.6291，Y＝0.5183X＋0.0718（但しY：殻高m.m.，X：殻長m.m.）の関係式の通り直線で示され，大小2群の出現がみられた。

(4) 本種をその棲息河川よりも水温，透明度，水質，底質条件の悪い河川に移殖してもそれに適応し，しかもかかる場所での泥土の多い養魚池に於ける地撒飼育も可能であることがわかつた。

(5) 本種76個を本場養魚池（1 ken×10ken，水深平均40cm，注水量毎分3斗）に地撒し，金魚と混養，6月～10月（145日間）の飼育で死貝は6個，取揚率92.1% の好成績を得た。飼育水温は月平均水温で最高8月の20.8℃，最低10月の10.1℃であつた。

(6) 本種の成長度は極めて鈍く，6月～10月の飼育で，殻長では平均0.07cm（増加率0.68%）殻高では平均0.05cm（増加率1.0%），殻巾では平均0.01cm（増加率0.33%），重量では2.31gr（増重率2.36%）を示した。

参　考　文　献

1) 岡田彌一郎・木場一夫（1931）：本邦に産するカハシンジユガイとその分布，動雑，Vol.43，No.508～509.
2) 河本　卓介（1934）：広島県太田川上流のカハシンジユガイ，動雑，Vol.4，No.552.
3) 宮地伝三郎（1935）：国後島におけるカハシンジユガイの産地，植及動，Vol.4，No.11.
4) 中西　留雄（1950）：池蝶貝の増殖に関する研究，滋賀県水試研報，第1号.
5) 田村　　正（1955）：琵琶湖における淡水真珠の養殖，魚と卵，昭和30年7月号.
6) 大屋　善延（1955）：故越田徳次郎氏の遺稿紹介について，魚と卵，昭和30年4月号.
7) 菊地　覚助（1957）：淡水真珠漫談，魚と卵，No.62.
8) 江口　　弘（1958）：泥鰌は生きていた，魚と卵，Vol.9，No.4.
9) 岡田雋・石川嘉郎（1959）：カハシンジユガイ *Margaritifera margaritifera*（L.）の生態研究（第1報），水孵研報，No.14.

巻末表　千歳川産カハシンジユガイの測定表

捕獲 年月日	捕獲 場所	測定 月日	番号	殻長 (cm)	殻高a (cm)	殻高b (cm)	殻高c (cm)	殻巾 (cm)	重量 (g)
32.6.5	千歳川	6.6	1	10.4	7.1	5.8	4.8	2.9	91.0
			2	10.5	7.6	5.4	5.0	3.4	109.0
			3	11.4	8.6	5.1	4.9	3.3	136.0
			4	10.3	7.3	4.8	4.5	3.7	96.0
			5	12.3	8.4	7.6	5.2	4.4	139.5
			6	8.1	6.0	5.1	3.7	2.7	50.5
			7	11.9	8.3	5.7	5.1	3.3	135.5
			8	10.5	7.3	4.9	4.6	3.2	103.5
			9	10.5	7.4	5.2	4.7	3.4	115.5
			10	8.3	5.7	4.2	3.9	2.5	51.0
			11	10.6	7.2	4.7	4.2	2.9	87.5
			12	12.2	8.6	5.5	5.1	3.5	150.2
			13	10.3	7.2	4.8	4.4	2.9	84.0
			14	11.5	7.7	5.5	5.2	3.5	139.0
			15	9.6	6.6	4.8	4.5	3.0	85.0
			16	9.0	6.2	4.1	3.9	2.6	68.0
			17	10.7	7.4	5.1	4.7	3.1	103.5
			18	10.8	7.4	5.1	4.7	3.7	140.5
			19	9.8	7.3	4.9	4.6	2.8	86.5
			20	9.9	7.3	4.8	4.4	3.1	88.0
			21	9.8	6.8	4.6	4.2	3.0	86.5
			22	9.6	6.9	4.7	4.3	2.9	78.0
			23	11.4	8.4	5.3	5.0	3.1	128.5
			24	10.1	7.1	4.9	4.4	2.9	86.0
			25	9.5	6.7	4.6	4.2	2.8	69.0
			26	11.4	8.5	5.1	4.8	3.2	119.0
			27	9.5	6.9	4.8	4.4	2.8	80.5
			28	9.8	7.3	4.7	4.4	3.0	73.5
			29	11.2	8.3	5.2	4.8	3.1	115.0
			30	11.5	8.6	5.5	4.9	3.4	131.0
			31	11.0	8.2	5.4	5.0	3.2	122.0
			32	8.25	5.8	4.2	3.8	2.3	47.5
			33	10.2	7.3	4.6	4.15	2.9	90.0
			34	7.5	5.4	3.7	3.4	2.2	36.0
			35	9.5	6.8	4.6	4.2	2.9	72.5
			36	10.8	7.2	5.2	4.7	3.4	109.0
			37	10.8	7.2	5.2	4.8	3.2	114.5
			38	10.7	7.5	4.8	4.5	2.9	92.5
			39	11.1	7.8	5.2	4.7	3.2	117.0

捕獲 年月日	捕獲 場所	測定 月日	番号	殻長 (cm)	殻高a (cm)	殻高b (cm)	殻高c (cm)	殻巾 (cm)	重量 (g)
32.6.5	千歳川	6.6	40	11.4	8.0	5.0	4.6	3.2	111.0
			41	11.2	7.4	4.9	4.6	3.0	101.5
			42	11.2	7.2	5.2	4.8	3.4	130.0
			43	11.5	8.1	5.2	4.9	3.5	133.0
			44	11.2	7.8	5.6	5.2	3.3	119.0
			45	10.6	6.9	5.1	4.7	3.2	102.5
			46	11.1	7.3	5.1	4.7	3.2	115.0
			47	10.8	7.0	5.1	4.5	3.2	113.0
			48	11.3	7.2	5.1	4.9	3.2	117.5
			49	10.9	7.1	4.9	4.6	3.3	100.0
			50	11.7	7.4	5.4	5.0	3.7	156.5
			51	11.4	7.6	5.4	5.0	3.3	129.5
			52	12.7	9.4	5.7	5.4	3.9	190.0
			53	11.2	7.3	5.2	5.0	3.5	126.5
			54	10.1	6.8	4.7	4.2	2.9	83.5
			55	9.8	6.7	4.6	4.2	2.9	80.0
			56	10.2	6.5	4.4	4.1	3.2	85.5
			57	9.7	6.9	4.4	3.9	2.7	77.0
			58	9.1	6.2	4.4	4.0	2.6	70.0
			59	9.7	6.5	4.7	4.3	3.0	82.0
			60	10.4	7.5	5.0	4.3	2.9	86.5
			61	11.1	7.7	5.1	4.7	3.2	115.0
			62	10.0	6.8	4.6	4.3	3.1	87.0
			63	9.2	6.3	4.4	3.9	2.7	68.0
			64	7.3	5.0	3.9	3.5	2.3	36.5
			65	6.7	4.5	3.4	2.9	2.1	29.5
			66	6.4	4.4	3.3	3.0	1.9	23.0
			67	6.9	5.8	3.6	3.2	2.0	32.0
			68	8.4	5.7	4.0	3.8	2.2	46.0
			69	7.2	5.6	3.8	3.5	2.2	37.5
			70	6.3	4.3	3.3	3.0	1.9	23.0
			71	7.5	5.4	3.8	3.4	2.2	38.5
			72	9.2	6.1	4.2	3.8	2.9	61.5
			73	7.8	5.7	3.9	3.6	2.4	48.5
			74	12.0	8.1	5.4	5.0	3.7	146.5
			75	11.4	8.3	5.4	5.2	3.6	145.5
			76	11.6	7.8	5.2	5.0	3.3	126.5
		計		768.5	535.1	367.8	335.5	228.5	7201.7
		平均		10.11	7.04	4.84	4.41	3.01	94.76

孵化器の改良試験(II)

田中式鮭卵簡易孵化器の改良による虹鱒，姫鱒卵の孵化並に稚魚飼育試験

江口　弘　（北海道立水産孵化場）
寺尾俊郎　（北海道立水産孵化場）
林中信男　（北海道立水産孵化場千歳支場）
倉橋澄雄　（北海道立水産孵化場千歳支場）

Test on the Improvement of Hatching Box. Ⅱ.
On incubation of eggs and rearing of alevin of Rainbow Trout and Kokanee Salmon by use Tanaka simple reformed hatching box.

Hiroshi EGUCHI, Toshiro TERAO
Nobuo HAYASHINAKA and Sumio KURAHASHI

Ⅰ 緒　　言

現在，民間養鱒業者に要望されている孵化器は，経済的に比較安価で，かつ少い水量で場所をとらず，しかも簡易に孵化させ得る，取扱いの便利なものというのであるが，この意味に於て当場では簡易孵化器の考案と試験を行い，1958年（昭和33年）には簡易竪型孵化器を発表した次第である。更に引続き今回は，過去に鮭卵の特殊環境での孵化に使用されて好評を博した田中林蔵氏（前虹別支場長，現仙台聖和学園短大教授，農博）の考案にかかる田中式簡易孵化器の諸点に改良を加えて試験を行つたが，そのねらいとするところは次の諸点である。

(1) 資源維持と増殖の目的で，ある特殊環境で実施しなければならない「卵の河床埋没法」の変法として本孵化器の使用は期待できる。

(2) 本孵化器の使用は，天然に於ての無人孵化を可能にし，その結果，発生卵及び孵化稚魚を害敵及び天然環境に於ける悪条件から防止するとともにこれを保護し，又その管理の点で経費と人手を節約し得る。

以上の目的で試作した本孵化器を使用し，1958年（昭和33年度）は虹鱒卵で，1959年（昭和34年度）は姫鱒卵で，本場及び千歳支場と合同で試験した結果の概要を報告して参考に供したい。

稿を草するに当り，本編を発表する機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏に，本試験実施に当り御協力をいただいた北海道立水産孵化場千歳支場長石川博氏，又本孵化器製作に当り御協力を願つた山本勝見孵化器具製作所の各位に対して深甚の謝意を表する。

Ⅱ 孵化器の構造

本孵化器は4組の孵化盆からなり（写真），1枚の孵化盆の大きさは長さ48.6cm，幅28.6cm，深さ2.8cmで，底部は5厘目金網張りである。この盆の上に卵及び稚魚が逃散しないように同じく5厘目金網で蓋をするようになつている。これら4組の孵化盆は重ね合せて木製枠に幅2.5cmの金属製のバンドを取付けた台（図6）にのせて，その金属製のバンドを廻してしめ，その先端に締具としてスキーのビンデングを使用してある（図6）。

1台の孵化器の高さは25cmであるから，孵化器を水中に設置固定する場合は水深30cm以上あればよい。

1盆中の収容卵数は虹鱒（5年魚）卵で縦列91粒，横列45粒で1列盛で約4,500粒となる。

各盆及びその蓋の両側端縁は木製で，重ね合はされる部分は切り込みにしてあるため重ね合せた状態では両側から孵化器内えの水の流通は行われず，また間隙はない。

この孵化器を水中に設置して固定するために，両側に廻してある金属製のバンドの1部より鎖を取り付けその先に杭金（図7）を付けてあり，それで設置する場所の底に打込むことにより孵化器を固定する。

本孵化器は前述のように田中式簡易孵化器の諸点に改良を加えたものであるが，改良を加えた部分は，田中式は全て金属製であるが，これを1部木製とした。即ち盆の両側，孵化盆を重ねてのせる支持台（スタツク）等である。その他，締具はスキーのビンデングを採用して取りはずし等，扱いを簡便にしかも能率的にした。又，重ね合せた各盆の下に支え金（図5.6）を取付けたことなどである。

Ⅲ　試験期間及び方法

試験は北海道立水産孵化場千歳孵化場千歳支場養魚池に於て，2回に亘り実施した。その供試卵及び試験期間，方法等は第1表に示す通りである。

第1表　　改良式孵化器による試験期間及び方法結果

試験回数	供試卵	試験期間		孵化器設置場所	流水量
		採卵月日	取揚月日		
1	虹鱒卵	34.1.24	34.5.15	屋内　アトキンス孵化槽 屋外　養魚池	15～20 l/min.
2	姫鱒卵	34.10.24	35.4.10	屋外　湧水々源池	216～240 l/min.

供試卵は虹鱒及び姫鱒各媒精卵とした。虹鱒は千歳支場養魚飼育中の5年魚より採卵した成熟卵であり，又，姫鱒は支笏湖に於て10月に捕獲された成熟魚（4年魚）より採卵したものである。虹鱒卵及び姫鱒卵は共に現場で受精せしめた。虹鱒卵は直接試験孵化器に収容したが，姫鱒卵は充分吸水後晒布袋に入れ，それを馬欠に水苔と共に収容し，バスで支笏湖畔より千歳支場迄運搬し（所要時間5時間）孵化器に収容した。

試験期間中の水温は7.0℃～9.0℃である。なお屋外では孵化器に照射される紫外線を防止するために日覆板を使用した。

Ⅳ　試験結果及び考察

本孵化器による孵化並びに稚魚飼育試験は2回行つたが，虹鱒卵についての試験は採卵受精より発眼完了迄を第1期間とし，発眼発臍嚢吸収後浮上時迄を第2期間とした。第1期間試験は昭和33年1月21日より2月13日迄で，本孵化器をアトキンズ式孵化槽内に設置してアトキンズ式孵化器と対照して試験した。又，第2試験期間は2月19日より5月15日迄で，孵化器を屋外養魚池内に設置して試験し，天然の環境に設置した場合の効率を試験した。第1回試験としての虹鱒卵による試験結果は第2表A及びB，第3表にそれぞれ示した。

第2表—A　　改良式孵化器による虹鱒卵の受精より発眼迄の発生経過孵化成績

孵化盆 No.	孵化経過		収容卵数（粒）	減耗卵数（粒）			発眼卵数（粒）	収容卵数に対する発眼率（%）
	採卵受精年月日	発眼年月日		不受精卵数	死卵数	計		
上層より 1	33.1.21	33.2.19	7,240	190	688	878	6,362	89.13
2			7,240	190	1,028	1,218	6,022	84.46
3			7,240	189	549	738	6,502	91.18
4			7,240	170	580	750	6,490	91.02
計			28,960	739	2,845	3,584	25,376	87.62

第2表—B　対照アトキンス孵化器による虹鱒卵の受精より発眼迄の発生経過孵化成績

孵化盆 No.	孵化経過 採卵受精年月日	孵化経過 発眼年月日	収容卵数（粒）	減耗卵数（粒） 不受精卵数	減耗卵数（粒） 死卵数	減耗卵数（粒） 計	発眼卵数（粒）	収容卵数に対する発眼率（%）
上層より 1	34. 1 .21	34. 2 .19	2,000	20	74	94	1,906	95.30
2			2,000	16	79	95	1,905	95.25
3			2,000	37	130	167	1,833	91.65
計			6,000	73	283	356	5,644	94.07

第3表　改良式孵化器による虹鱒卵の発眼より餌づけ直前迄の発生経過試験成績

孵化盆 No.	孵化飼育経過 発眼年月日	孵化飼育経過 飼育終了年月日	収容発眼卵数（粒）	減耗 死卵数（粒）	減耗 斃死尾数（尾）	減耗 計	飼育残存尾数（尾）	飼育残存率（%）	採卵収容卵数に対する生残率（%）
上層より 1	33. 2 .19	33. 5 .15	6,362	860	475	1,335	5,027	79.02	69.43
2			6,022	3,020	1,316	4,336	1,686	26.34	23.29
3			6,502	1,760	1,022	2,782	3,720	57.21	51.39
4			6,490	1,050	713	1,763	4,727	74.39	65.29
計			25,376	6,690	3,526	10,216	15,160	59.74	52.35

虹鱒卵による孵化試験において，受精より発眼迄の第1回第1期の試験（第1表A及びB）では試験孵化器の1台4盆収容卵数28,960粒で，発眼卵数25,376粒，発眼率87.62％を示し，対照試験区としたアトキンズ式孵化盆3枚収容卵数6,000粒中発眼卵数5,644粒で発眼率94.07％に比較すれば7～8％発眼能力が劣ることがわかつた。この原因はアトキンズ式孵化盆にくらべてこの孵化器はその構造の異りによつて用水の流通が悪かつたためと考えられる。第1回第1期の発眼卵をその後屋外養魚池の上流部に設置し，孵化器内での臍嚢吸収後稚魚浮上時迄試験した。即ち第2期試験であるが，その結果は孵化盆4盆中発眼卵25,376粒中，取揚時生残稚魚数15,160尾で，この期間中の孵化成績は59.74％で著しく減耗した。この減耗の原因は太陽の直射光線をかなり受けたものがあつたためと，流速が1.13m/secで著しく少なく，その結果水の交換が悪かつたために水生菌の発生を容易ならしめ，それによる斃死が大部分と考えられる。

第4表　改良式孵化器による姫鱒卵の受精より浮上期迄の発生経過孵化成績

孵化盆 No.	孵化発生経過 採卵受精年月日	孵化発生経過 発眼年月日	孵化発生経過 取揚年月日	収容卵数（粒）	死卵数（粒）	孵出尾数（尾）	孵出率（%）	取揚時生残尾数	取揚時生残率（%）
上層より 1	33.10.24	34. 1 .10	34. 2 .22	3,600	950	2,650	73.63	2,565	71.25
2				3,600	1,127	2,473	68.69	2,469	68.58
3				3,600	130	3,470	96.38	3,453	95.91
4				3,600	440	3,160	87.77	3,154	87.50
計				14,400	2,647	11,753	81.62	11,640	80.84

姫鱒卵により第2回試験の結果（第4表）をみると，試験孵化器1台4盆収容卵数14,400粒中取揚時生存尾数11,640粒で，生残率80.84％を示し，屋外に於ての無人設置の成績として，また第1回2期の試験成績と比較して好成績を示しており，本孵化器利用効果の優秀性が充分認められた。この好成績は流速が5.36m/secで大であつたためと，水生菌の発生が少なかつたためと考えられる。水生菌の問題はいずれの試験に於ても孵化成績を減

少させる最大な要因となつている。外崎（1959）が「無人孵化器」使用による姫鱒卵埋没試験での推定成績58%～62%と比べて遙かに好結果を得ている。

以上試験した結果を総合して，本孵化器は自然環境に於ける無人設置を行うために使用する孵化器としては，その環境を調査してその最適条件の下に使用することによつて事業的に充分その効果が期待できることがわかつた。

その最適条件としては，(1)流速のある場所で孵化器を充分水が通過し得る場所，従つて水の交換が良く，水生菌の着生しにくい場所。(2)曝気されて酸素が充分溶け込むような条件の水域等である。例えば湧水川，渓流川等はこれらの条件を満足させる設置場所となる。

なお，「卵の河床埋没法」の1方法として本孵化器を使用すれば害敵を防止して，卵の減耗が防止できるのみならず，孵出稚魚数を正確に算定することができるから放流稚魚数の実数を把握される点は，従来天然に於ける無人埋没孵化方法で最も困難を感じていた面を解決し得たものである。

V 摘　　要

(1) 鱒類の増殖に於て，人跡稀な山間湖沼等の特殊環境での卵の孵化方法には「卵の河床埋没法」があるが，今回筆者等は，孵化成績の向上と経費人手等の節減面から，河床埋没法の1方法として特殊孵化器の使用を考え，過去に鮭卵の孵化で好評を得ている田中式簡易孵化器の諸点に改良を加えたものを試作し試験を行なつた。

(2) 本孵化器の試験は2回行なつた。第1回試験は昭和34年1月24日より5月15日迄，アトキンズ式孵化槽内に設置し，アトキンズ式孵化器と比較したが，その結果は本試験孵化器で，収容卵数28,960粒，発眼卵数25,376発粒，発眼率87.62%を示し，対照アトキンズ式孵化器の発眼率94.07%に比較すれば平均7～8%劣つた。又，眼卵25,376粒中浮上稚魚尾数15,160尾で59.74%，採卵数28,960粒に対して52.35%に比較して著しく減耗した。これらの原因は流速が少なく，水の交流が悪くて水生菌の発生により斃死したことが主要因となつた。

(3) 第2回試験は昭和34年10月24日より昭和35年4月10日迄，支笏湖産姫鱒卵により採卵受精より稚魚浮上迄，湧水水源池下流に本孵化器を設置し試験を行なつた結果は，収容卵数14,400粒中，取揚浮上稚魚尾数11,640粒で，稚魚生残率は80.84%を示し，第1回試験結果と比べ著しく良好な結果を得た。

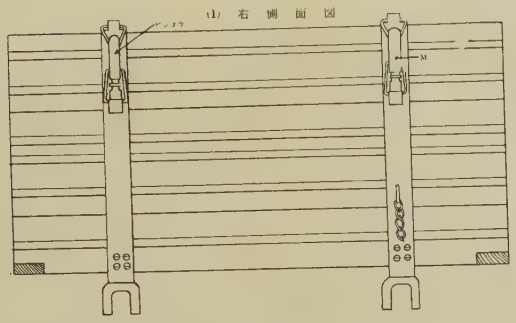
(4) 今回行なつた2回の試験結果からみて，本孵化器はその設置する場所によつて，その孵化成績に優劣の差が生ずることがわかつたが，本孵化器を最適要因を有する水域に設置することによつて良好な結果が得られる。その最適要因を有する水域と考えられる場所は，充分流速のある，曝気されて酸素が充分溶け込むような条件の水域で，例として湧水川，渓流川が最も好ましい。

文　　献

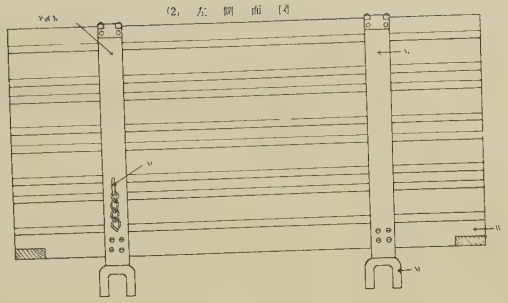
(1) 江口弘・皆川久・林中信男・倉橋澄雄　1958：孵化器の改良試験(1)（簡易堅型孵化器による虹鱒卵の孵化並びに稚魚飼育試験）水孵研報　Vol. 13.　59～64.

(2) 外崎久　1959：山間奥地での「無人孵化器」使用による姫鱒卵埋没試験　水孵研報　Vol. 14　83～88

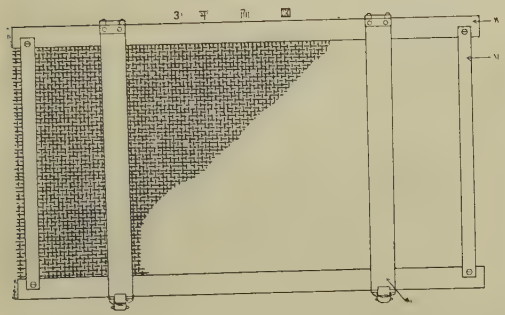
(1) 右 側 面 図



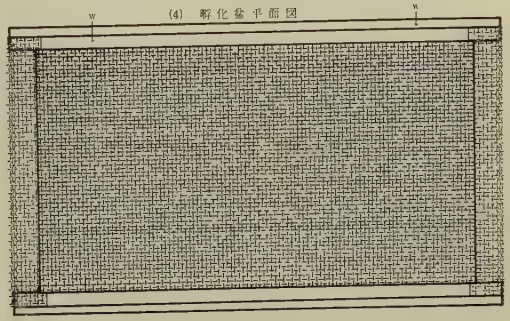
(2) 左 側 面 図



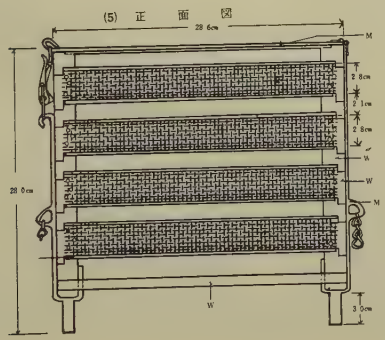
3. 平 面 図



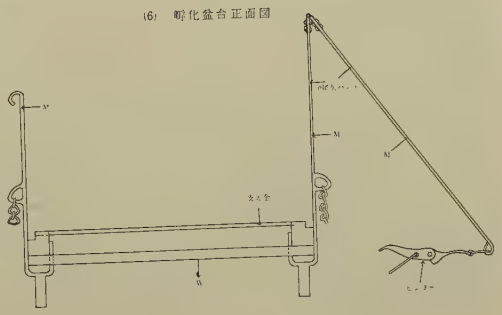
(4) 孵化盆平面図



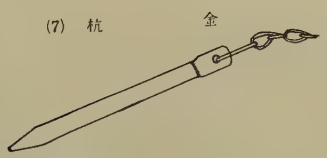
(5) 正 面 図

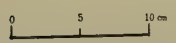


(6) 孵化盆台正面図



(7) 杭　　金





M：金 属 製
W：木　　製

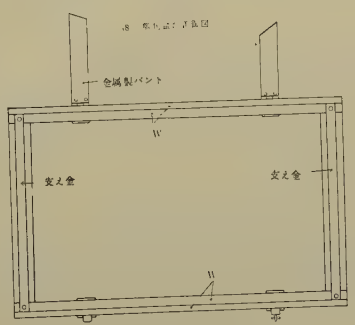


写真　田中式鮭卵簡易孵化器の改良型

養魚餌料の研究 (Ⅷ)

(クロレラ藻体乾燥粉末添加による養鯉餌料の効率試験)

寺尾俊郎
(北海道立水産孵化場)

Studies on the Fish-Culture Food (Ⅷ)
On the Effect of the Dry Powder of Freshwater Green Algae,
Chlorella ellipsoidea, added to Diets of Carp Fingerlings.

Toshiro TERAO

Ⅰ 緒 言

単細胞緑藻であるクロレラ (Chlorella ellipsoidea) を食糧として大量培養生産が行なわれるようになり，わが国では1951年より実施されている。このクロレラは光合成により年間反当りの収穫量が穀類に比較して著しく高いためわれわれの蛋白資源として食用しはじめ現在では飼料用としてビタミン，ミネラル及び葉緑素等の医薬品に，更にその原料として利用することが考えられている。

このクロレラを栄養学的に見ると乾燥物質で蛋白質45～55%を含有しその他ビタミンA及びCの含有量も比較的多くビタミンB類も豊富に含有すると報告されている。このクロレラを養魚飼料に利用することによつてかなり良い結果が期待されるが，これらに関しての研究は Nose (1960) が金魚について報告されているにすぎない。そこで今回は稚鯉についてその養魚飼料としての適否についての飼育試験を行なつたのでここに報告し参考に供したい。

本文に入るに先立ち本試験を行う機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷係橘氏，援助を惜しまなかつた淡水係の諸氏及びクロレラ供試材の提供を願つた国立クロレラ科学研究所に対し深謝の意を表する。

Ⅱ 材料及び方法

試験期間は1960年8月19日より9月3日迄の第一期試験と9月12日より9月27日迄の第二期試験の2回に亘り飼料配合組成を変えて試験した。供試魚は1960年7月当場屋外稚魚池に於いて孵出飼育した稚魚で体長2.3cm～3.5cm，体重0.5gr～1.5grのものを使用した。飼育に使用した水槽は木製の内径長さ168cm，幅33.5cm，深さ27cmのもので更に注水部と排水部を板で仕切り更に金網を張り魚の逃避を防いだ。これら水槽を屋外に三槽を出して行なつた。用水は河川水で給水は内径3.7cmのポリエチレンのパイプホースで行ない水量は12～15l/min. とし，水深20cmにして行なつた。水槽の清掃は3，4日ごとにサイホンにより行なつた。給餌量は各区共総魚体重の$^{1}/_{15}$～$^{1}/_{30}$（商品重量）を第3表の如く配合し，調餌は小麦粉を煮熟糊状にしたものをつなぎとして混合し良く練り合わせ団子状に固めて，水槽中央部に予め設置した素焼皿（径 30cm）上に投与した。1日の調餌には10日分を一度に行い電気冷蔵庫中に保存した。給餌量は1日1回として毎日午前10時とした。飼育中の水温（午前10時観測）は第一期試験期間は18.2℃～25.6℃であり，第二期試験期間は13.8℃～17.9℃であつた。なお増肉係数（F），増重倍率（P），総魚体重量（W）は次式によつた。即ち放養量をW_0，取揚量をW_1でホせ

ば増重量はW_1-W_0で求められ，総給餌量をfとし，斃死尾数をn，取揚尾数をn_1とすれば。

$$F=\frac{f}{W_0-W_0},\qquad P=\frac{W_1-W_0}{W_0},\qquad W=\frac{W_1}{n_1}\times n+(W_1-W_0)$$

で算出した。

Ⅲ 餌 料 関 係

本試験に使用したクロレラ乾燥粉末物は藻体クロレラを噴霧乾燥されたもので葉緑素の脱色されない試料でその栄養化学成分は第1表に，ビタミン類の含有量は第2表に示した通りである。

第1表　クロレラ試料の栄養化学成分（%）

	水分	蛋白質	脂肪	炭水化物	灰分
クロレラ	5～10	45～55	10～30	10～25	10

第2表　クロレラ試料のビタミン含有量（試料1 gr. 中の量γ）

	A	B_1	B_2	B_6	ニコチン酸	C
クロレラ	1000～3000	4～24	21～58	9～23	120～240	2000～5000

試験に使用した餌料はイサザ，脱脂粉乳，小麦粉，酵母及びクロレラでその各餌料の配合比は第3表の通りとした。その栄養化学成分は第4表の通りである。

第3表　各試験期間に於ける餌料配合比

試験期	使用餌料名	イサザ（%）	脱脂粉乳（%）	酵母（%）	小麦粉（%）	クロレラ（%）	動物質：対植物質の餌料比
第一期	対照餌料	80	10	0	10	0	9：1
	試験餌料Ⅰ	70	10	0	10	10	8：2
	試験餌料Ⅱ	65	10	10	10	5	7.5：2.5
第二期	対照餌料	80	10	0	10	0	9：1
	試験餌料Ⅰ	30	10	0	10	50	4：6
	試験餌料Ⅱ	50	10	10	10	20	6：4

第4表　各試験餌料の栄養化学成分（%）

試験期	使用餌料名	水分（%）	粗蛋白（%）	粗脂肪（%）	炭水化物（%）	灰分（%）
第一期	対照餌料	33.35	46.06	7.56	14.96	12.36
	試験餌料Ⅰ	16.30	45.11	6.85	16.61	12.56
	試験餌料Ⅱ	16.12	45.02	7.45	15.50	11.15
第二期	対照餌料	33.35	46.06	7.56	14.96	12.36
	試験餌料Ⅰ	10.51	45.29	10.56	23.00	10.54
	試験餌料Ⅱ	13.72	45.79	7.96	21.00	11.07

Ⅳ 試験経過

調餌された餌料中クロレラ添加餌料はいずれも濃緑色の色彩となり，その添加量の多いほど著しく又臭いも特有のものを放つた。これらのためか茶褐色の対照餌料に比較して試験餌料の摂餌を活発に行う迄により多くの日数を要した。しかし3日～4日迄に同様に摂食することが見られた。第二試験期で試験餌料の魚群では投餌後他の群より餌料に対して集る尾数も少なく時間を要した。残餌は第一試験期でいずれの群でも殆んど一日のうちに摂食されていた。第二試験期に入りその後半で多く見られるようになつた。

Ⅴ 試験結果及び考察

第一試験期及び第二試験期の試験の結果は第5表の通りであつた。

第5表　試験結果

試験期間	第一期						第二期					
供試餌料	対照区		試験Ⅰ区		試験Ⅱ区		対照区		試験Ⅰ区		試験Ⅱ区	
飼育日数	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15
生存尾数	200	147	200	143	200	137	150	96	150	119	150	106
歩留率（%）	—	735	—	71.5	—	68.5	—	64.0	—	79.3	—	71.0
減耗尾数	—	53	—	57	—	63	—	54	—	31	—	44
減耗率（%）	—	26,5	—	28.5	—	31.5	—	36.0	—	20.7	—	29.0
総魚体重量（gr）	276.0	348.0	313.5	404.0	271.5	315.0	78.6	88.9	84.5	93.0	98.2	113.5
総増重量（gr）	—	72.0	—	90.5	—	43.5	—	10.3	—	7.5	—	15.3
平均個体体重（gr）	1,380	1,740	1,568	1,831	1,338	1,575	0.524	0.593	0.563	0.620	0.654	0.799
総給餌量（gr）	—	378.0	—	396.3	—	305.5	—	78.5	—	85.0	—	98.0
増重倍率（P）	—	0.26	—	0.29	—	0.16	—	0.13	—	0.10	—	0.22
増肉係数（F）	—	5.24	—	4.68	—	7.00	—	7.63	—	9.32	—	6.58

1．減耗率

(1) 第一試験期

減耗の原因は投餌皿上に置かれた餌を均等に摂餌されないこと，餌に対する嗜好性が悪いこと，摂餌されても消化吸収が悪いこと，栄養学的のバランスが悪いことが考えられるので，これら総合した原因が斃死魚を多く出すと考える。減耗率について及びその95%信頼限界範囲（$n = 250$ 及び $n = 100$ と仮定）について算出した結果は第6表に示した。その値からすると三つの餌料区の魚については差は認められなかつた。

第6表　減耗率及び増重倍率とそれぞれの95%信頼限界範囲

試験期供試餌料		減耗率		増重倍率	
		%	信頼限界	%	信頼限界
第一期	対照区	26.5	21～33	0.26	0.20～0.32
	試験Ⅰ区	28.5	23～35	0.29	0.23～0.35
	試験Ⅱ区	31.5	26～38	0.16	0.11～0.21
第二期	対照区	36.0	27～46	0.13	0.07～0.21
	試験Ⅰ区	20.7	13～29	0.10	0.05～0.18
	試験Ⅱ区	29.0	20～39	0.15	0.14～0.31

(2) 第二試験期

減耗率はクロレラ添加されなかつた対照餌料区に比較して，クロレラ50%添加した試験餌料Ⅰ区で15.3%，

20%添加試験餌料区で7.0%それぞれ低く，クロレラ添加餌料区が良い結果を示したと思われるが，95%確率による信頼限界範囲の値からすると50%クロレラ添加餌料区が良いという結果となつている。

2．成　　長

成長状態について増重倍率（P）及び増肉係数についてみることが出来る。

(1) 第一試験期

増重倍率は対照餌料区で0.26，クロレラ10%添加試験餌料Ⅰ区で0.29であるが，95%信頼限界範囲値からみると両者の範囲に差は認めることは出来ない。一方クロレラ5%添加試験餌料区では0.16と低く，信頼限界範囲の値を見ても0.11～0.21と明らかに差が見られる。

増肉係数に於ても増重倍率の結果と同じく，対照餌料区に比べ5%クロレラ添加試験餌料区が悪かつた。

(2) 第二試験期

増重倍率は対照餌料区で0.13であるのに比較してクロレラ50%添加餌料区で0.10，20%添加餌料Ⅱ区で0.15を示し僅かながら20%添加試験餌料Ⅱ区が最も良く，次いで対照餌料区が良かつたが，95%信頼限界値からして差は認められない。一方増肉係数は対照餌料に比して50%クロレラ添加餌料は劣つたが，20%クロレラ添加餌料区は逆に良かつた。

以上第一試験期及び第二試験期を総合すると第一期で10%クロレラ添加餌料が，第二期で20%クロレラ添加餌料が最も良く，それより多い50%添加餌料及び5%添加餌料はいずれも劣つた。これらの原因として次のことが考えられる。(1)魚体の成長の盛んな時期に於いては動物性餌料の摂餌量は植物性餌料のそれより多い方が好ましい。このことは第一試験期の各餌料比動物質・植物質の比（第3表）からも推察される。(2)脂肪含有量が10%以上であつたことが魚類の餌料としての効率を減ぜしめる一要因となつている。これは第二期試験のクロレラ50%添加餌料についても言われる。即ちクロレラ粉末物自体10～30%の脂肪含有量は好適のものとは言えない。(3)クロレラ藻体を噴霧乾燥した粉末は消化吸収率が悪いことが考えられる。ラットによる栄養消化吸収試験で生のクロレラを噴霧乾燥したものはその消化吸収率が55～65%で，葉緑素を抽出したクロレラより劣ることが報告されていることからも魚類の消化吸収率も低かつたことと考慮される。

よつてクロレラ乾燥粉末を養魚餌料として添加し充分その効果をあげるには更に葉緑素の抽出をはかり，魚類に容易に消化吸収されるようにし，更に脂肪含量を10%とすることが望まれるのではないかと推察する。

今回の試験は短期間で明確なる判断は下しかねるが，クロレラ添加量は10～20%前後が養魚餌料に適当量かと考えられる。

Ⅵ 摘　　要

(1) 1960年8月19日より9月3日迄を第一試験期とし，9月12日より9月27日迄を第二試験期として稚鯉を用いクロレラ藻体乾燥粉末を養魚餌料として添加使用することの効率について水槽飼育試験を行なつた。

(2) 第一試験期及び第二試験期を通じてクロレラ添加量10%及び20%各クロレラ餌料が成長の効率が秀れた。

(3) クロレラ藻体を乾燥し養魚餌料に添加使用するためには脂肪含有量を10%以下にし，葉緑素を抽出して消化吸収を容易ならしめるよう考慮されるならばビタミン類その他栄養分の含有状態から好ましいものと期待されよう。更にクロレラ餌料添加量は10～20%が適当量と考える。

Ⅶ 文　　献

1．H. W. Milner 1954：藻類を食糧に　科学24巻3号

2．日本クロレラ研究所　1958：クロレラの話　パンフレット

3．T. NOSE 1960：On the effective value of freshwater green algae, Chlorella ellipsoidea, as a nutritive source to goldfish. 淡水区水産研究所研究報告10巻1号1—10

4．江口　弘 1960：日本クロレラ研究所を見学して　魚と卵vol.11，No. 3

養魚餌料の研究（Ⅸ）
（SP飼料と Fish Soluble 添加餌料との比較試験）

江口弘（北海道立水産孵化場）
寺尾俊郎（北海道立水産孵化場）

Studies on the Fish-Culture Food（Ⅸ）
On the effect of SP Food compared with Fish Soluble added with upon to growth of yearing carp, *Cyprinus carpio.*

Hiroshi EGUCHI and Toshiro TERAO

Ⅰ 緒言

SP 飼料を養魚餌料として使用することが，現在行なわれつつあるが，その栄養分析の結果から見ると餌料としての価値は充分認められるのであるが，著者等（1958，1959）はその SP 飼料について 2 回に亘り試験を行なつた結果，養魚餌料として使用して充分満足なる結果を得る迄には改良すべき点が二・三あると考えた。

そこで SP 飼料の原料であるフイシユ・ソリブルはその栄養成分，特に蛋白質のアミノ酸組成について見ると必須アミノ酸組成は SP 飼料のそれより一層養殖魚類のそれに似てしかも秀れており，その上ソリブル状という魚類に消化し易いものであるがために栄養学的に優秀なる餌料として実際養魚餌料に利用するならばより一層良い効果が期待されると考え，今回大豆粕を主としたものにフイシユ・ソリブルを添加したものと SP 飼料とを明二才鯉により摂餌試験を行ない，その結果を検討したのでここに報告して参考に供したい。

本文に入るに先立ち，本試験を行なう機会を与えられた北海道立水産孵化場長荒井定治氏，同次長竹谷孫橘氏，試験期間中種々援助を願つた淡水係の諸氏に対して深謝の意を表する。

Ⅱ 餌料関係

SP 飼料（赤印）とフイシユ・ソリブルの各必須アミノ酸組成は第 1 表の通りである。

第 1 表　SP飼料及びフイシユ・ソリブルの必須アミノ酸組成

試料全窒素に対する比

必須アミノ酸名	SP飼料%	フイシユ・ソリブル%	必須アミノ酸名	SP飼料%	フイシユ・ソリブル%
アルギニン	9.5	7.42	メチオニン	3.4	3.22
グルタミン酸	3.2	7.12	フエニールアラニン	3.7	3.82
ヒスチジン	3.9	7.04	スレオニン	2.9	4.10
イソロイシン	9.2	4.04	バリン	5.1	4.70
ロイシン		4.79	グリシン	3.6	7.00
リジン	4.3	9.20			

試験に使用した餌料の配合には餌料としての実用的考慮をした。その配合比は第 2 表の通りである。

第2表　餌料の配合比

餌料	1	2	3	4
SP飼料主餌料	SP飼料 60%		サンマ魚粉 20%	小麦粉 20%
フイシュ・ソリブル主餌料	フイシュ・ソリブル36%	大豆粕 24%	サンマ魚粉 20%	小麦粉 20%

餌料の栄養化学成分組成及び餌料価格は第3表の通りである。

第3表　餌料栄養成分表及び餌料価格

餌料名	水分%	粗蛋白%	粗脂肪%	粗灰分%	餌料1kg当りの価格 円
SP飼料主餌料	12.50	34.12	7.19	19.97	43.51
フイシュ・ソリブル主飼料	26.65	31.15	5.41	13.26	43.66

Ⅲ　供試魚及び試験方法

供試魚は体長6.8cm～12.8cmの明二才魚の真鯉である。

試験期間は昭和35年8月3日より9月17日までの45日間に亘つて行ない，試験地は2.60m×1.83m×0.50mの八角形練りコンクリート製で底面もコンクリート敷きの二面を使用した。用水は養魚池に使用している河川水を用い，僅かに流入せしめ池の水深は30cmに調節した。

換水は15日毎の魚体の取揚時に行なつた。

調餌方法は小麦粉をそれぞれ煮熟糊状にしたものに他の餌を混合してよく練り合せて固め，それを池中に注水部附近に設置した素焼皿（直径30cm）のの上に投与した。調餌量は1回に10日分を作り，電気冷蔵庫に−2.0°C～+2.0C°に貯臓保存した。1日の投餌量は総魚体重量の1/10～1/20（商品重量）とし，投餌回数は1日1回午前10時より10時30分の間に与えた。

飼育中の水温の観測は午前10時に行なつた。なお増重倍率，総魚体重量及び増肉係数の算出方法は筆者(1959)に行なつた方法と同じである。

Ⅳ　試験経過

試験開始に先立つて供試魚を試験池にそれぞれ分けて約1週間放養した。更に開始直前に取揚げ各群の尾数及び総魚体重を測定して再び放養した。投餌時間を一定時間にしたため両群共に摂餌は開始後二，三日以後は活発で投餌後急速に一群を形成し投餌された場所に集つた。

又投餌後の摂餌時間は両群とも少なくも30分以内に大部分の投餌量を摂食し，一時餌料皿を離れることは両群とも殆ど変りがなかつた。餌料の固さに於てSP飼料区は充分固く一方フイシュ・ソリブル主餌料はやや柔かかつたが，水中で融けて摂餌に於て無駄になるということはなかつた。餌料皿上及びその附近の残餌はフイシュ・ソリブル主餌料区で9月10日以後にやや見られたにすぎない。

なお午前10時の水温観測結果は第4表に示す通りであつた。

第4表　飼育試験中の水温観測結果

年月日	飼育日数	午前10時水温平均（°C）	最低水温（°C）	最高水温（°C）
1960・8・3～8・18	1～15	21.35±3.86	18.2	26.8
8・19～9・2	16～30	23.63±4.08	17.6	26.3
9・3～9・17	31～45	17.8 ±2.59	15.0	18.9

V　試験結果及び考案

1960年8月3日より9月15日迄の45日間に亘る飼育試験の結果は第5表の通りである。

	SP 飼料主餌料区				フイシユ・ソリブル主餌料区			
飼育日数	0	15	30	45	0	15	30	45
生存尾数	38	38	35	32	38	37	35	35
歩留率(%)	—	100	92.10	84.21	—	97.36	92.10	92.10
減耗尾数	—	0	3	3	—	1	2	0
減耗率(%)	—	0	7.90	15.79	0	2.64	7.79	7.79
総魚体重量(gr)	760.0	940.0	1,140.0	1139.0	74.0	979.0	1,195.5	1222.0
総増重量(gr)	—	180.0	200.0	−1	—	230.0	225.5	26.5
平均個体々重(gr)	—	24.73	30.00	32.54	19.50	25.71	32.32	34.91
総給餌量(gr)	20.00	2970.0	3295.0	4365.0	—	2,745.0	3275.5	4812.0
増重倍率(P)	—	0.24	0.21	0.00	—	0.32	0.23	0.022
増肉係数(F)	—	3.16	2.89	3.83	—	2.83	2.74	4.02

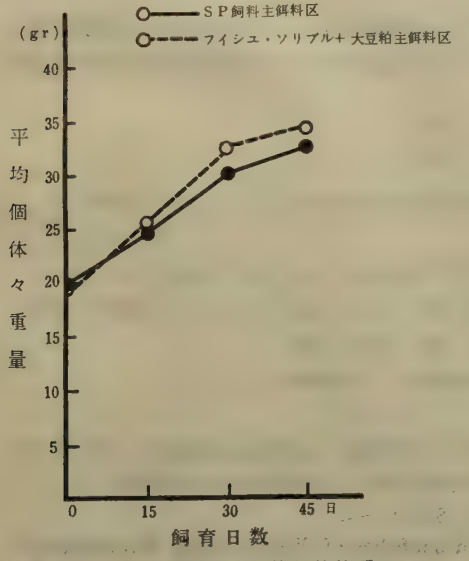
1．減　耗　率

減耗尾数は45日間の試験期間中 SP 飼料主餌料区は6尾，フイシユ・ソリブル主餌料区で3尾であつたが斃死魚は各1尾づつを確認しただけで他は存在不明のものである。よつて減耗率には両区群で差はなかつたものと考える。

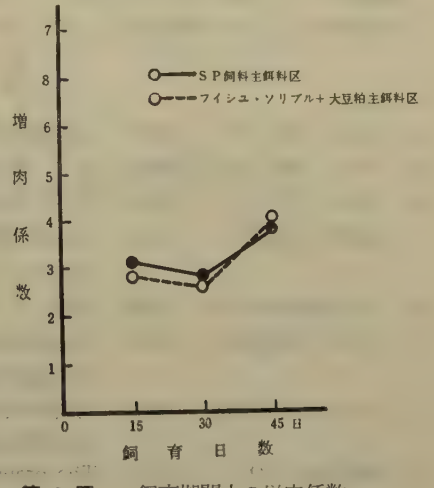
2．成　　長

成長度を増重倍率（P）及び平均個体重量でみると，増重倍率を第5表に見られるように15日間では SP 飼料主餌料区は0.24，フイシユ・ソリブル区で0,32，30日後では0.21と0.23を示し，ほぼ近い値でフイシユ・ソリブル主餌料区がまさつている。それが45日後では水温の下降と共に両者に於て低下し，特に SP 飼料主餌料区で著しく，全期間を通じてフイシユ・ソリブル主餌料区が僅かながら良い結果となつた。

一方両区各群の平均個体々重は第1図に見られるように SP 飼料主餌料区は15日後で4.73gr，30日後5.27gr，45日後では2.54gr，と増加を示したのに対し，フイシユ・ソリブル主餌料区は15日後で6.21gr，30日後で6.61gr，



第 1 図　飼育期間の平均個体体重量



第 2 図　飼育期間中の増肉係数

45日後では2.6grそれぞれの増加をボし，いづれもフイシユ・ソリブルを主餌料区が全期間を通じ良い結果である。

3．増肉係数

増肉係数について第2図にボされているように試験開始15日後 SP で飼料主餌料区に於て3.16に対し，フイシユ・ソリブル主餌料区で2.83であり，30日後では2.89と2.74といづれもフイシユ・ソリブル主餌料区がややまさつており，45日後では SP 飼料主餌料区3.83に対し，フイシユ・ソリブル主餌料で4.02と逆に SP 飼料主餌料が良かつた。全試験期間中の平均増肉係数を見ると SP 飼料主餌料区は3.29，フイシユ・ソリブル主餌料区は3.18であるところからも後者が効率が良かつたことを示している。

以上の結果からして減耗に於て両者とも差は殆ど見られず，又減耗魚が少なかつたことから両餌料は栄養的にバランスがとれていることが考えられる。

成長及び増肉係数に於ては SP 飼料主餌料区よりフイシユ・ソリブル主餌料区の方がより良好の結果となつたが，餌料としての固さがより摂餌し易く又ソリブル状であるため消化吸収され易かつたためであると考えられる。

一方栄養学的に考察すると粗蛋白の含有量は SP 飼料主餌料には34.16%，フイシユ・ソリブル主餌料中には31.15%とやや僅かながら前者に多いにも拘らず成長が後者に於てまさつたのは後者の必須アミノ酸に於てより適正を保持されていたため体内消化吸収が秀れ成長にあづかつたものと考えられる。

この飼育試験の結果，全期間中の各平均増肥係数から1kg増肉に要する餌料費を算出すると SP 飼料主餌料区は1kg当りの餌料費43円51銭，平均増肉係数3.29からして143円23銭となり，フイシユ・ソリブル主餌料区は，138円84銭となり，1kg増肉に要する餌料費で4円39銭の差が見られ，フイシユ・ソリブル主餌料が有利であることが知られる。

このことから SP 飼料を単一で餌料中に添加することより，その原料であるフイシユ・ソリブルを大豆粕に適当に添加使用することが養魚餌料としてよりよい効果が期待出来ると思われる。

V　摘　　要

(1) 1960年8月3日より9月15日までの45日間に亘り，当場屋外試験池に於て真鯉二才魚により SP 飼料（赤印）60%含有餌料とその原料であるフイシユ・ソリブル36%に大豆粕24%を添加した餌料について養魚餌料としての効率を比較するため飼育試験を行なつた。

(2) 両餌料投与の群について減耗尾数増重倍率及び平均増肉係数等についての結果についてみると減耗尾数には差は見られなかつたが，成長の点については SP 飼料主餌料区よりフイシユ・ソリブル主餌料に於て良い結果が得られた。

(3) 1kg当りの増肉せしめる餌料費に於てもフイシユ・ソリブル主餌料が良くこの結果からして SP 飼料単一で養魚餌料として餌料中に使用することよりも，フイシユ・ソリブルに適当量の大豆粕等の良蛋白のものを添加して使用することがより効率が良いと考えられる。

VI　文　　献

1．竹井俊郎　1957：水産物の工業的利用　日本水産学会秋季大会シンポジューム　別刷
2．畜産技術　SP 飼料について　22号　別刷
3．須山三千三　1959：ニジマス発生中のエキスアミノ酸の変化　にじます　No.12　12～23.
4．川田寛・高橋喬　1953：魚体完全利用に関する研究　Ⅲ　フイシユ・ソリブルとしての飼料の製造（その一）日本水産学会誌　18巻　10号　別刷
5．日本化学飼料K.K　1958：各種フイシユ・ソリブル蛋白質のアミノ酸組成　プリント
6．江口弘・寺尾俊郎　1958：養魚餌料の研究（Ⅴ）（SP飼料利用による養鯉餌料の効率試験）水産孵化場研究報告　13号　83～87
7．江口弘・寺尾俊郎　1959：養魚餌料の研究（Ⅵ）（SP飼料利用による養鯉餌料の効率試験）水産孵化場研究報告　14号　89～93
8．Gerking, S. D.　1952：The protein metabolism of sunfishes of different ages. Physiological Zoology. Vol. 25　No. 4

昭和35年12月25日印刷
昭和35年12月31日発行

非売品

札幌市外中ノ島（北海道立水産孵化場）
発行者　荒井定治
編集者　江口弘
印刷者　林下忠三
印刷所　興文舎印刷株式会社

SCIENTIFIC REPORTS OF THE HOKKAIDO FISH HATCHERY

No. 15

1. Studies on bog lakes at Tenpoku, Hokkaido, with special regard to its suitability for pisciculture. ..... Hiroshi Eguchi (1)

2. Limnological conditions of ponds in Yufutsu, Hokkaido. ..... Hiroshi Eguchi, Takashi Kurohagi and Koshiro Ito (9)

3. Seasonal observations on the chemical substances of water and mud in Tokoro river in 1957 to1959. ..... Kiyoshi Yoshizumi (17)

4. Ecological studies of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Ishikari -Furukawa. 1. Ecological studies in breeding season. ..... Shun Okada and Koshiro Ito (29)

5. Ecological studies of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Ishikari-Furukawa. 2. Grouth and stocks of the pond smelt. ..... Koshiro Ito and Shun Okada (41)

6. Ecological studies of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in the Ishikari-Furukawa. 3. On the gonads and the number of mature ovarian eggs. ..... Koshiro Ito and Shun Okada (51)

7. The feeding habits of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Uryu reservoir. (Preliminary Report). ..... Minoru Osanai (57)

8. Ecological survey of pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas), in Katsurazawa reservoir. (2). ..... Toshiro Terao and Akira Imai (63)

9. A planting experiment and morphology of the fresh-water pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.), Chitose river. ..... Hiroshi Eguchi and Hisashi Tonosaki (71)

10. Test on the improvement of hatching box. Ⅱ. On incubation of eggs and rearing of alevin of rainbow trout and kokanee salmon by use Tanaka Simple reformed hatching box. ..... Hiroshi Eguchi and Toshiro Terao, Nobuo Hayashinaka and Sumio Kurahashi (79)

11. Studies on the fish-culture food. (Ⅷ) On the effect of the dry powder of fresh-water green algae, *Chlorella ellipsoidea*, added to diets of carp fingerlings. ..... Toshiro Terao. (85)

12. Studies on the fish-culture food. (Ⅸ) On the effect of SP food compared with Fish soluble added with upon to growth of yearing carp, *Cyprinus carpio*. ..... Hiroshi Eguchi and Toshiro Terao (89)